

کتابخانه آصفیه سرکار عالی حیدر آباد دکن

نمبر داخله - - - - - ۱۵۰

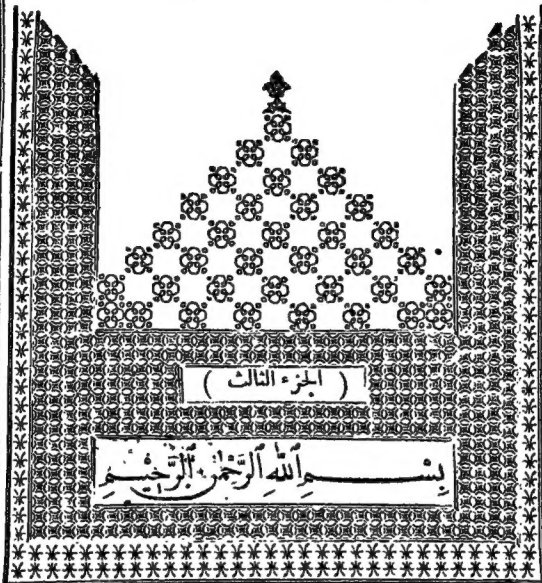
تاریخ و اخلاص از فردی مستند لغایت آبان ۱۳۰۰

نام کتاب که در کتابخانه موجود است - - - - -

فردی

نمبر کتاب در فن مذکور - - - - -

2337  
1A



\*( بيان الديناميكا )\*

اي علم القوى المحركة المستعملة في الفنون والصنائع

\*( الدرس الاول )\*

في بيان القوى المستعملة في الصناعة التي من جملتها القوة الانسانية وفي اتجاهات  
تلك القوة المكتسبة من حاسة البصر  
اعلم أن الديناميكا علم يبحث فيه عن محصولات القوى المحركة وتطبيقها على  
الفنون والصنائع  
والقوى المحركة المستعملة في الصناعة نوعان \* احدهما قوى الذوات المدركة  
اي الاجسام الحية وتسمى الحيوية \* والثاني قوى الاجسام غير المدركة وتسمى

الجمادية ولنذكر الاولى اول مبتدئين منها بالقوة الانسانية ثم تتبع ذلك بالقوى الجمادية التي منها قوة التناقل وقوة الحرارة الموجودتان في الجامدات والسوائل والغازات فنقول

\*(بيان القوة الانسانية)\*

هذه القوة لا تدخل لها في الصنائع زمن الطفولية الا انها تنمو في الانسان وتزداد بازدياد سنه حتى يبلغ حد الشبوية وهكذا الى ان يصير كهلا ويسكامل عقله ثم تأخذ في النقصان حتى يبلغ حد الهرم والشيوخه ويصل الى ارنل العبر وهذا ما لم يعرض له عارض او يحل به مرض يفضي به الى الموت قبل اتيهاه قوته التي يمكنه استعمالها في الصناعة

وكذلك العقل وقوة الادراك فانها يزدادان في الانسان حتى يبلغا منتهاهما ثم يأخذان في النقصان شيئا شئاً الى انقضاء اجله الطبيعي

والعقل يدرك العلوم والمعارف بواسطة الحواس الخمسة ويتقوى بملازمته تلك المعارف ويمارسها حتى يصل الى تميز نسب الاشياء وادراك ما بينها من الاختلاف والتفاوت وهذا هو العلم والمعرفة

وبواسطة الحافظة يرسخ في الذهن ما يكتسبه من التصورات والبراهين والنتائج الا ان حافظة الاحداث اذا كانت في زمن الصغر حادة سريعة الادراك تأخذ في النقص قبل اوائه ما لم يتم بشغلها على حسب القوانين واما حافظة البراهين فانها تتقوى وتزداد بازدياد العمر والتميز على الملاحظة والمقابلة والتفكير

ولذا كان الانسان في حال صغره لا يحفظ الا ما يتر به من الاشياء الساذجية فتراد يحفظ ايام المواسم والمنتزهات والمناظر الغريبة ونحو ذلك حفظا جيدا وليس في وسعه حفظ المقابلة الصعبة والبراهين الطويلة مع الدقة فمن ثم كان تصور عقل الانسان بقدر صغر سنه فكلما كان اصغر في السن كان اقرب الى تصور العقل فاذا تقوى عقله واخذ في الزيادة صار له قدرة على التفكير والنظر

الديق والاستنباط

2337



ومن هنا يمكن أن بعض الامم تكثرت في الجهالة عمدة قرون ثم تصير فيما بعد ذات معارف وقنون فكانها خرجت بذلك من حالة الطفولية والصغر الى حالة الرزاة والكبر

وكثير من الامم من هو على العكس من ذلك حيث تأخذ قواهم العقلية في التناقص شيئا فشيئا حتى يتجزدوا عن حلية المعارف ويتكسف من بينهم شعور المعرفة فتلهم كمثل شيخ طعن في السن وكلما تقدم في العمر تأخر في العقل فهم لا يسرون الامن الاشياء التافهة الجزئية التي تسر الصبيان ولا يحفظون الاحاديث طفوليةتهم وحوادث صباهم حتى يصلوا بالتدريج الى درجة الحقي المغفلين

فعلى ذلك يكون اعظم ما يهتم به الانسان في خدمة وطنه هو بذل جهده فيما يكون به منع هذا الاضطراب والاضمحلال الذي لم يزل موجودا عند بعض امم آسيا الى الآن وكذلك امم الرومان حيث حل بهم من ذلك ما اوجب الحزن والامس عليهم

وحين كانت فرنسا في زمن شعبوييتها وشدة عنفوانها مكثت زمنات طويلة وهي موصوفة بمثالب الطيش وعيوب الشعبوية ثم شرعت الآن في السن الذي فيه يتكامل العقل ويتقوى الادراك اذ لا يرب أن اهلها الآن يلقوا في المعارف والتقدم درجة لم يحوزوها في غير هذا العصر

وقد عايننا هذا التقدم علينا بالخط الاوفر فعلمنا أن نتجهد على حسب ما يتيسر لنا من الوسائط والطرق ونسعى بقدر الامكان في تكميل اهل بلادنا بتوسيع دائرة المعارف على مدى الايام بين هؤلاء الناس الذين اقتضت الحكمة الالهية اجتماعهم وربطهم بروابط حب الوطن والعشيرة

واول قاعدة ينبغي عليها استكمال القوى العقلية ونجاح استعمال القوى الطبيعية اى الحسية هو استكمال الحواس اذ بها يعرف ما بين الكائنات من النسب والعلاقات

وكأن الحواس الخمسة التي هي البصر والسمع واللمس والذوق يمتدى

بها العقل في اجراء عمليات الفنون كذلك الفنون ابدت مالا يحصى من  
المبتدعات التي بها تزداد قوة تلك الحواس وتنوعها وكما لها وذلك أن الفنون  
المستظرفة تطفئها وتوسع دائرتها والفنون العقلية تكسبها ضبطا وبها  
والفنون الميكانيكية تورثها السرعة والنشاط في العمل

فحينئذ جميع الفنون تمتد الحواس وتعينها على اكتساب المعارف العالية  
بالتدريج وذلك من قواها كمال الممارس بل هو الجمرة القترية عليه والقرص  
المقصود منه

وانشرع الآن في تفصيل ما اكتسبه الحواس من الفنون مبتدئين منه بما  
اكتسبه حاسة البصر فنقول

قد اخترعوا نظارتين بهما تصيرا لاشياء الدقيقة التي لا تكاد تحس بحاسة البصر  
بحيث ترى مع السهولة فبواسطتهما يصير الانسان اشياء جديدة كانت تخفى  
عليه قبل ذلك ويقف على بعض دقائق في تركيب اعضاء الحيوانات  
والنباتات والمعادن كانت ايضا خفية عليه وقد وصل بواسطتهما في الفنون  
المستظرفة كفن النقش مثلا الى ما لم يمكنه الوصول اليه بمجرد النظر  
وبلغ بهما في الفنون العقلية درجة كمال حتى وقف على بعض دقائق  
الكائنات فاطلع في تركيب الاعضاء الانسانية ونشعب الاوعية الدموية  
والنفاوية ونسيج الالياف العضلية والعصبية على ما كان لا يمكنه الوقوف عليه  
بدونهما واستعان بهما ايضا في الفنون الميكانيكية على تحسين محصولات  
الصناعة واتقانها اذ بدون النظارة لا يمكن للساعاتية أن يصنعوا الكرونومتر  
اي قياس الزمن وتقسمه الى ساعات ودقائق وفوان مع غاية الضبط على المينا  
الصغيرة الحجم جدا وما ذلك الا لضبط حركة الطارات المضرة المتعشقة  
بعضها على وجه عجيب بحيث يتيسر لها التحرك والدوران في مثل هذه المسافة  
الصغيرة

واخترعوا ايضا آلات اخرى لتقريب الاشياء البعيدة وجعلها محسوسة بمعنى  
أن التأثير الحادث عن تلك الآلات في النظر بواسطة الضوء يصيرها قابلا لان

يحدث عنه تصادم وانعكاس تتحرك به حاسة البصر ويضطرب به النظر وذلك كالنظارة الفلكية والنظارة المعتادة اى الطويلة اذ بواسطتهما استكشفوا النجوم السيارة وذوات الذنب وغيرها من الكواكب التي كانوا لا يعرفونها قبل ظهور تلك الآلات وبواسطتهما ايضا اتسعت المسافات للناسر بحيث يبصر بها على البعد ما لا يبصره بدونها فيعرف ما يجتنب من ذلك وما لا يجتنب ولتلك الآلات عند الجربة منفعة عظيمة حيث يبصرون بها السواحل والعجور التي توجد في البحر والسفن الاهلية والاجنبية وتستعمل هذه الآلات ايضا في القوافل والجيوش لتحيز العدو من غيره ومن قبيل تلك الآلات ما يستعمله الناس فيما بينهم لتقريب الاشياء البعيدة ورويتها بجميع اجزاها وتفاصيلها وذلك كالنظارات التي يستعملونها في القرحة ونظر الاشياء المرغوبة فانها تقرب للناسر الذي بأقصى محل من مكان اللعب ما يدور على تقاطع وجه اللاعب من حركات عضلانه واختلاف تشكلاته ولو كان ذلك في غاية الصغر والدقة

ولا يخفى أن قوة حاسة البصر متفاوتة في جميع الاشخاص بل وفي الشخص الواحد على حسب اطوار سنه فلذا جبرت الصناعة هذا الخلل باختراع آلات مخصوصة لذلك فبواسطة نوع من النظارات يقرب البصر الذي لا يبصر الامن مسافة قصيرة ما بعد عنه من الاشياء التي لا يبصرها بدون الآلة لا يعرفها ويشقة وبواسطة نوع آخر منها يبعد عن البصر الذي لا يبصر الامن مسافة طويلة ما قرب منه من الاشياء التي لا يبصرها الا على بعد

وبالجملة فيلزم لحفظ هذه الحاسة أن لاتصل اليها اشعة الضوء الامن مسام زجاج يضعف بلونه لمعان تلك الاشعة وقوتها وهذه اعظم منفعة عادت على البصر من اتساع دائرة الفنون والصنائع

وقد ترتب على اتساع دائرة الفنون ايضا مثل هذه المنفعة لحاسة السمع فان الانايب والابواق السمعية هي للاذن بمنزلة النظارات للعين وللاذن ايضا مكرسكوب (اى آلات تعظم الصوت) فقد اخترع لاينو احدث مهرة الاطباء منذ مدة يسيرة آلة من هذه الآلات واستعملها فنجح في تطبيقها

\* وكيفية استعمالها أنه وضع أحد طرفي هذه الآلة التي هي عبارة عن موصل  
مسمي على صدر مصاب في أعضائه الباطنية أو على قلبه وجعل طرفها الآخر  
في أذنه فسمع بواسطتها حركات كان لا يمكنه سماعها بدون تلك الآلة على هذا  
البعد

فبناء على ذلك إذا أراد الانسان أن يخاطب من كان معه في منزل واحد لكنه  
في جهة أخرى من المنزل على بعد فتهتم بعمل تلك الوسائل ومعدنية تمتد  
من موضعه الى موضع من يريد خطابه بأن يتكلم في أحد طرفي الموصل بصوت  
منخفض بحيث يسمعه المخاطب من الطرف الآخر وهذه الكيفية كان رؤساء  
العمارات الكبيرة تصدر عنهم الأوامر للعلماء البعيدين عنهم ويجيبونهم بدون أن  
يتنقل أحد منهم من موضعه وهذه الطريقة متيسرة لكل أحد

وفائدة البوق أنه يورث حاسة السمع قوة كافية من مسافات بعيدة فمن ثم ترى  
ضباط البحرية يأمررون من دونهم بالأوامر ويجيبونهم عنها وهم على جوانب  
السفن الحربية مع ما يحصل من العناء ~~كثير~~ من الغناء والاضطراب وصغير  
العواصف وشرب الشرعات في بعضها وعجيج البحر وخبره

وينبغي أن يكون تغير الصيادين والعساكر الخفيفة مثل هذه الأبواق في توصيل  
المخاطبات على الوجه المذكور مع الغناء وكثافة الأجوات  
ومن هذا القبيل المنابر والمدجات المحكمة الصنعة فإنها بالنسبة الى الخطباء  
والوعاظ في الجماع الحافلة بمنزلة الآلات التي تستعمل في توزيع الأصوات على  
السامعين بالسوية وبالنسبة الى السامعين بمنزلة الأبواق الموصلة للأصوات  
وكذلك ما كان يستعمله قدماء أرباب الألعاب من الوجوه المستعارة فكانت  
من قبيل الأبواق حيث كان يسمعون بواسطتها الحاضرون في محل اللعب على حد  
سواء

ولنتقل الى الكلام على حاسة اللمس فنقول أنه يمكن تلطيف هذه الحاسة بعدة  
وسائط بأن نضع على بعض أجزاء البدن القابلة للاحساس الظاهري عدة مواد  
مؤثرة قليلة وذلك كالملابس فان من شأنها تقليل شدة التأثير الواقع على

البدن من الاجسام الخارجية ومن شأنها ايضا انها تجعل ما تحتها من اجزاء  
البدن اكثر احساسا من غيره وذلك ناشئ عن نعومة البشرة التي تحدث فيها  
عند وفاتها من مصادمة الاجسام الخارجية  
ومن الوسائط المذكورة ايضا الحمامات وغيرها من سائر مواد التنظيف اذ بها  
ترداد قوة الاحساس وتدرك باللس ادنى تأثير  
واما تعريض بعض الاعضاء للهواء فيضعف احساسها ويقلل شعورها  
بالتأثيرات

وقد ذكر المعلم موتيو في هذا المعنى عبارة مضحكة استنبط منها بطنته  
وجودة قريحته نتائج صحيحة وهي انه مر ذات يوم في فصل الشتاء على القنطرة  
الجديدة فرأى شابا عريانا لا يلبس بشدة البرد ولا يتأثر منه فقال له كيف يمكنك ان  
الغلام ان تتحمل شدة البرد وتكابد مشاقه وانت عريان فأجاب الغلام واحسن  
الجواب قائلا وانت يا سيدي كيف تمشي في هذا الزمن الشديد البرد وانت  
كاشف اهلك وشفتيك وخذيك وعينيك فقال موتيو لست اكشف سوى  
وجهي فأجاب الغلام ثانيا انا كلي وجه حيث صرت بالاعتدال انا اثر من برد  
ولا حر

واما حاسة الشم فيمكن بالصناعة زيادة قوتها وقصها بأن يستر الانسان وجهه اما  
بتقارب خفيف او كثيف ويضع تحت طاقى انفه قرنا يجذب اليه عدة مشمومات  
يوصلها الى داخله فعلى ذلك اذا كان الانسان في ارض بها امراض معدية  
وتقب بتقارب من من العدوى فان ذلك ان لم يمنع بالكلية تأثر حاستي الشم  
والذوق من تلك الامراض قص تأثيرها وقلة

وكذلك حاسة الذوق فانه يمكن زيادة قوتها وقصها بوسائط اصطناعية  
فيجب على الانسان ان يلاحظ في صورة ما اذا اراد ان يحكم في الفنون على  
بعض مواد اولية او على شئ من محصولات الصناعة بما تقتضيه حاسة ذوقه  
ان تلك الحاسة ليست على حال واحد في جميع الاوقات بل تارة تكون في غاية  
الضعف واخرى في غاية القوة والصحة

ثم ان موضوع علم الطبيعة هو البحث عن تركيب الحواس والاكلات التي تلتطف  
ما يصل اليها من تأثير الاجسام الخارجية وذلك كاللاوتيتيك (اي علم البصر)  
وهو فرع من هذا العلم يخص حاسة البصر والاكوستيك (اي علم السمع)  
وهو ايضا فرع من ذلك العلم يخص حاسة السمع ولم يتعرض اهل هذا الفن الى  
وضع اسماء مخصوصة للاجزاء الاخرى التي تخص الحواس الثلاثة الباقية من  
فروع هذا العلم لانها كانت مجهولة لهم وقتئذ ويكفي ما ذكرناه في هذا المعنى  
من الطرق الاصلية الصالحة لتلطيف الحواس وتقويتها اجمالا لمن اراد معرفتها  
تفصيلا فعليه بكتب علم الطبيعة فان هذا العلم قد بسط الكلام على هذه الاشياء  
مع غاية الاطناب والتفصيل لانها من موضوعه ومباحثه

وقد اظهرت لنا العلوم الطرق الخاصة الصالحة لتوسيع دائرة الحواس والتي  
توصل بها الى الوقوف على حقيقة جلة من الاجسام لكن بدون أن نعرف  
ما بينها من النسب لان ذلك يتوقف على معرفة الاقيسة واستعمالها  
فاذن نبحث من بين القوى الحسية على قوة يصح أن نطلق عليها القوة الرياضية  
حيث بها نعرف اقيسة الاشياء ونسبها

واذا تتبعنا ما للحواس من التقدم والتقو الطبيعي من الصغر الى الكبر وجدنا  
للاقيسة مدخلية عظيمة في تكميل تصوراتنا وضبط احكامنا

فانك اذا تأملت معلوما مجهول توصلت بذلك الى معرفة المجهول فاذن كل  
مقابله تستلزم قياسا وهذا القياس غير محدود بمعنى أنه في الغالب لا يصدق  
الا في صور مخصوصة وذلك منشأ لكثير من الخطا

ويكفي في الوقوف على هذا الخطأ معرفة مثال من الامثلة التي ذكرناها في حاسة  
البصر واسهل الاقيسة هو قياس شيئين متساويين لانه يعرف بالبداهة  
طبعاً وتسهل ايضا معرفة القياس في ابعاد الامتداد في صورة ما اذا كان  
القياس بتطبيق احد المثلثين على الآخر وهو المستعمل عند ارادة مجازبة  
الخطا

فاذا اردت أن تعرف طول مسطرة مثلاً هل هو مساوٍ لطول المتر مساواة صحيحة

مضبوطة اولا فضع المتر على تلك المسطرة فاذا وقع طرف المتر على طرف المسطرة بدون زيادة ولا نقص عرفت انهما متساويان طولا وهذه الطريقة هي المتعينة في الفنون المطلوب فيها تمام الضبط في العمل ويشق على النظر ان يعرف المساواة بين شيئين في الطول والعرض والعق يجتهد بالمقابلة بدون وضع احدهما على الآخر لان هذا يستلزم مدة طويلة للتدريب والتقرن حتى يصير للعقل استعداد وصلاحيه لمثل ذلك لكن الامر بخلافه فاننا قد وصلنا الى ادراله هذا الامر في اقرب وقت اما ترى الاطفال اذا خيروا مثلا بين تمرتين او كعكتين من نوع واحد يادرون الى اخذ الاكبر منهما مجتمعا يجتهد النظر واختيارهم للاكبر دون الاصغر انما هو بالتمييز الواصل الى قواهم العقلية بواسطة تأثير قواهم الحسية واما اذا اقتضى الحال أن الانسان يحكم دفعة واحدة بالمساواة بين جملة ابعاد مجتهد النظر فلا بد في ذلك من أن يكون عقله قد تمرن بكثرة التجارب وسبق له الحكم في صور شتى مختلفة وأن تكون حواسه قد تعودت ايضا على معرفة جملة عظيمة من الابعاد ووصلتها الى ذهنه دفعة واحدة

وهذا التقدم قد يحصل للانسان من مبدأ صغره الا انه يتأخر قليلا عن التقدم السابق فان الاطفال يعرفون حق المعرفة ما بين الشئين من المشابهة او عدمها فيمكنهم بذلك بين صورتين من الصور البشرية مثلا ويميزون ما بينهما من التفاوت والاختلاف اتم التمييز بل ويعينون هذا التفاوت الذي هو عبارة عن العيوب كقولهم هذا قبيح المنظر او غير معتدل القامة او دميم الصورة او نحو ذلك

وفن الرسم الذي هو من جملة الفنون المهمة التي لها دخل في تربية الاطفال وتعليمهم عند من يربوا ادارة الحال العظيمة للفنون والمعارف يحصل اكسابه من تساوى اليد وانتظام اجزاها وكذلك من تعويد النظر على قياس الابعاد وعلى معرفة ما بين الصورة المرسومة والاصلية من النسب

وللتلامذة في هذا الفن تقدم عظيم فانهم حين ابتدأهم في تعلم رسمون صور الاشياء رسما لا يقارب الصور الاصلية ومع ذلك متى كان بين الصورتين ادنى

مشابهة يظن التلميذ الذي لم يتعود نظره على قياس الابعاد أن ما رسمه على تطبيق  
اصله ولكن متى تعود على هذا الفن بأن تمرنت يده على الرسم وبصره على  
القياس ورأى أن رسمه صار مقاربا لاصل كثيرا وجد بين رسمه الاول واصله  
تفاوتا بينا لم يكن يخطر بباله حين كان مبتدئا في التعلم ولم يتعود نظره على القياس  
وبمعرفة التفاوت المذكور على هذا الوجه الذي كان فوق طاقته أولا يتيقن أن  
حواسه صارت الآن آلات جيدة للقياس وحسن حالها عن الاول فيلحقه من  
تقدمه في هذا الفن وبلوغه فيه الى هذه الدرجة مسرة عظيمة وتزداد غيرته  
ورغبته في التعلم

وإذا كان الطالب لا يمكنه معرفة ما بين الاشياء من المناسبات بدون موقف  
وجب على المعلم أن يعينه على معرفتها ويبين له انه بوصوله الى هذه الدرجة  
في التعلم يبلغ في التقدم الدرجة التي يؤملها وهذه اعظم طريقة في حث  
الصبيان على الغيرة والاجتهاد

وهناك معلون لا يسلكون في تعليمهم مثل هذه الطريقة لسخافة عقولهم فتراهم  
يظهرون التأسف على عدم تحصيل الطالب ولا يستحسنون شيئا من رسمه الاول  
بل يذمونه ويقدرحون فيه فتقرب بذلك همة الطلبة بعد الاجتهاد وتزول منهم  
الغيرة والنشاط فعلى المعلم أن يسلك في تعليمه غير هذه الطريق ولا يلوم تلامذته  
على رسمهم الاول فان تلك الاشغال الاولية عندهم لا تمدح ولا تذم وانما هي  
في اعتقادهم اسباب ووسايط بها تمرنت ابصارهم واعتدلت ايديهم في فن  
الرسم بالنسبة لزمان دخولهم في محل التعليم

وبالجملة فاعظم الطرق في ترغيب الطلبة وحثهم على الاجتهاد والمواظبة على  
التعلم بدون سآمة ولا فتور همة هو أن المعلم متى رأى من تلامذته ادى في تقدم بين  
لهم مع الاعتناء والاهتمام جميع ما اكتسبوه من المعارف وانهم بالتدريج  
يصلون في التقدم الى درجة اعظم من ذلك

وجميع ما قلناه في فن الرسم يقال في غيره من الفنون والمعارف التي الغرض منها  
تكميل اوصافنا الحسية التي يكملها تكمل اوصافنا العقلية ويقال ايضا في المعارف



المستعصبة النادرة التي يتوصل بها الطلبة الى تعلم جميع فروع الصناعة وهذا امر يترتب عليه ضرر كبير بالنظر لذاته الا انه لم تعم به البلوى وهو أن حاسة البصر في بعض الناس حين ابتدائهم في تعلم الرسم قد تفوق اليد تمزنا واعتيادا فعلى ذلك تصل عقولهم الى ادراك الابعاد والصور والدوائر على ما ينبغي ثم ترشد الايدي اليها ومع ذلك لا تأتي بها اليد الا ناقصة

ور بما ترتب على ذلك أن حاسة البصر تتأثر وتتألم من اختلال الرسم الصادر من صاحبها وعدم توقيعه على الوجه المرغوب وهذا الاختلال يعرف بمعرفة سببه وهو أن الانسان مادام نظره اكمل من يده في الترتن عسر عليه معرفة فن الرسم كما ينبغي فان هذا الفن كابدت فيه من المشاق اكثر مما عايناه على من المسترة وانشرح الصدر

وقد يكون لحاسة البصر في بعض الاشياء درجة تقدم وكمال اعظم من ذلك وهي وقوفها على حقيقة ابعاد الاجسام المتباعدة عن بعضها بأن تقيسها بواسطة العقل فقط

وبذلك يصير الانسان في اقرب وقت له قدرة على رسم رأس مثلا موضوع أمامه رسماء مطابقا للصورة الاصلية واما اذا اراد رسم رأس لم يبصره الامترة واحدة بدون أن يضعه أمامه حين الرسم فان لذلك طرقا واحوالا مخصوصة لا بد منها لاصحاب هذا الفن ولو بلغوا فيه درجة الكمال وهذا الفن وان كان بهذه المثابة الا انه كغيره من الفنون والمعارف يمكن تحصيله ومعرفة فان الانسان اذا رسم هذه الصورة عدة مرات متوالية وهي موضوع أمامه فان خطوطها وتقاطعها ترسخ في ذهنه بحيث يمكنه أن يأتي بتلك الخطوط والتقاطيع في مرة اخرى لا تكون فيها الصورة موضوع أمامه وبالجمله فحق تعود الماهر في هذا الفن على رسم الاشياء بمقتضى صورها الذهنية يؤول الامر الى سهولة ذلك عليه ويتدرب على مثل هذا العمل بدون أن يضع أمامه نموذج يرسم بمقتضاه ومثل هذه الصور يوجد كثيرا في جميع الازمان وسائر الاماكن وذلك كصور الملوك المرسومة في المحال العمومية لاجل احترام الالهات وكذلك على جميع

النقود الخاصة بجملة من الملل لاجل تمييزها عن غيرها من نقود مله اخرى ومن  
هذا القبيل ايضا ما يوجد في الاماكن المعدة للاحتفال واجتماع عموم الناس  
من التماثيل الثابتة والناصية فهذه الصور عادة راسخة في جميع الازدهان حتى  
ان اغلب الرسامين ~~ي~~كنهم رسمها بدون أن يتقروا الصورة الاصلية لانها  
مرسومة في اذهانهم رسما جيدا

وقد يتفق أن بعض الرسامين يرسم صورة آية او اخيه او صديقه بعد وفاته  
مع غاية الضبط وذلك ناشئ عما رشح في ذهنه من تقاطيع صورة الشخص الذي  
تقع بالنظر اليه غير مرة

وقد لا يمكن للرسام أن يرسم الصورة على اصلها رسما مضبوطا كما اذا اراد أن  
يرسم صورة لص مثلا كل قد هجم عليه عدة مرات فانه يرسمه بصورة مهولة  
جدا ملاحظا في رسمه انه لص يمكنه قتل من صادفه وذلك لما اودعه في ذهنه  
من شدة التأثير والخوف المستمر

وبالجملة فالتمرن والممارسة تبلغ بهما القوي العقلية اقصى درجة في الكمال بحيث  
يمكن استعمال الحواس فيما اعتدت له فبناء على ذلك ينبغي للانسان أولا  
أن يعرف المساواة بين شيئين بوضع احدهما على الآخر ثم يحكم بالمساواة بينهما  
مقترفين بدون وضع لاحدهما على الآخر ولا يصل الى هذا الحكم الا بعد تحققه  
من حجمهما وصورتهما هـ وللاقيسة في هذا المعنى مدخلية عظيمة ومنفعة  
جسيمة

فاذا قسنا عدة مرات جملة من الاجسام المختلفة الابعاد فان حجمها المعبر عنه  
بالتقاييس يرمح في اذهاننا بمعنى انها تكون مستحضرة في الازدهان بعد مشاهدتها  
في خارج العيان

مثلا اذا رأى الانسان عمارة وعرف بمجرد النظر اليها طولها وارتفاعها وامتداد  
جميع اجزائها فان ذلك ليس ناشئا عن مطلق النظر ومجرد الرؤية بل منشأه  
تصورها واستحضار صورتها على وجه هندسي بحيث يمكن رسمها فيما بعد  
بدون أن يراها

وفي الغالب أن ارباب الاسفار التي الغرض منها معرفة آثار الامم ومبانيهم  
ومحصولاتهم الصناعية محتاجون لان يميزوا حواسمهم وعقولهم على القياس  
بالوجه السابق قد اتفقوا على أن يميزوا بعمارات ابريطانيا الكبرى الجهادية  
والبحرية وكنت غير ما دون بقياسها ولا قياس الآلات الموجودة في ترسانات  
تلك المملكة فاضطرت الى قياس هذه الاشياء بالنظر وحفظ ابعادها وصورها  
في العقل فعبثت بالاعداد عن اشكال المباني والتراكيب الميكانيكية التي  
اذن لي برؤيتها ثم رجعت على الورق بجمع ما قسمته بنظري وحفظته في ذهني  
فعلي الطالب أن يجتهد في هذا العمل العقلي فان من جتد وجد وبقدر الاجتهاد  
يصل المرء الى ما اراد وتظهر له ثمرة ذلك اذا اطلع على عمارات عظيمة ولم يمكنه  
قياسها بالنظر اما لكونه لم يؤذن له باخذ قياسها بالآلات ولكونه لم يجد لذلك  
قصة من الزمن

وبالجملة فحاسة البصر لها اعمال اخرى عظيمة النفع بقدر ما تستعمل فيه من  
الوظائف ولتقتصر من ذلك على فن الحرب فنقول

الى الان لم اتكلم الا على حجم الاجسام وصورتها ولم اتعرض للكلام على  
المسافة التي بينها وبين الناظر مع أن معرفة ذلك من اهم الامور وأكدها  
اذ يعرفها تعرف بعض العمليات العظيمة الصادرة من الحواس التي هي بمنزلة  
آلات القياس فان المسافة التي بين الناظر والجسم المنظور اذا كانت قريبة  
كان حجم ذلك الجسم كبيرا في رأي العين واذا كانت بعيدة كان حجمه صغيرا  
فعلى ذلك يجب علينا أن نعرف حق المعرفة القياس الذي تدركه الحواس من  
منظر ظاهري للجسم المحسوس وبالتجربة المكتسبة من هذه المعرفة فنجانب الخطأ  
في كثير من الاحوال

ومن المعلوم أن الاجسام بحجم الثور او القرس او الانسان لا يتغير حجمها  
ولا يتقص مقدارها ببعدها عن الناظر بل هي ذات حجم واحد سواء كانت  
المسافة التي تفصلها عن الناظر صغيرة او كبيرة  
واعظم من ذلك كله التعود على قياس حجم جسمين مختلفين في البعد عن الناظر

فاذا تعودت حاسة البصر من انسان على مثل هذا النوع من القياس عرفت  
حق المعرفة الاكبر منها فحما ولو كان ابعد الجسمين منساقا اي انه يظهر في رأى  
العين اصغر صورة من الآخر

فغلى ذلك اذ ارأينا سراية منسعة من خلال لوح من الزجاج لم يصح أن تقول  
أن هذه السراية اصغر من لوح الزجاج المحيط بصورة تلك العمارة وانما تحكم  
بأن المربعات الصغيرة التي تراها تصغر في نسبتها الى تلك الصورة البعيدة من حيث ينبغي  
أن تكون متساوية الابعاد بالنسبة الى هذا اللوح القريب منا الذي بواسطته  
تكون صورة تلك العمارة كبيرة في رأى العين وعلى فرض أن الخواص تخطئ  
في هذه الحالة فالعقل بواسطة النتائج القوية يقف على الحقيقة وان كانت  
بمقتضى الظاهر خفية مجهولة ففي مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الخواص  
في قياس حجم الاشياء وصورها

وللرسامين في رسم العمارات على غير القسب العادية طريقة سهلة بدية يعرف  
بها حجم العمارة المطلوب رسمها وهي أنهم يرتفعون جسيما لمعلوم الاجساد كجسم رجل  
مثلا ويجعلون ذلك وحدة قياس فيقابله نسبة حجم هذا الجسم بحجم العمارة  
يعرفون قياس العمارة

وفي مملكة ايطاليا مدن بها تبارت عظيمة معدة لجميع انواع الالعب  
كالالعب المنظومة والرقيش ونحو ذلك فمما يميز بين الرقاب للعب من  
الشبان وحجم محل اللعب وما به من الزخارف والزينة نسبة تامة وكذلك الزخارف  
التي بها متناسبة على حسب درجات المنظر الخفي والمنظر الشعاعي حتى  
ان الانسان اذا دخل ملعبا من تلك الملاعب يرى بمجرد النظر انه داخل في ملعب  
صغير ويرى بمجرد زرع الستارة المزخرفة أن اللاعبين شبان صغار ولكن اذا  
دخل الى ما وراء الستارة تعجب من كون هؤلاء الشبان يطهرون بمظهر  
الملوك والامراء على صورة الفتاوية كما ينظرون بمظهر اغانموني واشيل  
وهو قول وغيرهم مع انهم دون الذراع في الطول وهذا من فوائد علم النظر الذي  
به تكبر صور الاجسام عن حجمها الحقيقي

وفي مملكة إيطاليا ايضا فائدة اخرى تتعلق بالاجسام التي تكون صورتها في رأي العين أصغر من حجمها الحقيقي على عكس ما تقدم وذلك أنه يوجد في كنيسة ماري بطرس المتسعة التي بمدينة رومة تماثيل وصور من خرفة من سومة على قياس اكبر من قياسها الحقيقي ومناسبة لابعاد البواكي والابغال والاعمدة فاذا فرضنا في مبدأ الامر أن الصور البشرية كلها لها مقدار طبيعي لا تتجاوز به فموجب هذا الفرض القاسد يكون العمارة المطلوب قياسها ابعاد عادية على قدر الكفاية ولكن اذا امر به هذه العمارة رجل او امرأة ظهر لناظر أن ما رآه كبير في الحجم وباتحاد النسب يصير للعمارة منظر كبير حقه أن يكون ناشئا عن الانتظام في الحجم وقد اتفق لي مثل هذه الرؤية حين طفت بعمارة كبيرة الحجم متضاعفة المقدار لا يمكن تخطيطها وابراد وصفها على الحقيقة

واذا راينا شيئا من بعد ولم نعرف لصورة حدّا ثم قرب منا او قيل لنا انه انسان فالتنا في الحال تميز رأسه وجسمه وزجليه وذراعيه وغير ذلك مما كان خفيا علينا لانه في مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الحواس فيكمل الصورة التي لم تدركها حاسة البصر على حقيقتها

وكذلك اذا ابصر الانسان خطا مكتوبا على حائط من مسافة بعيدة ولم يقف له على حقيقة وقرأه انسان آخر قرب منه فانه يميز دسماجه يعرف كلمات هذا الخط وحروفه بعد أن كانت مبهمة عليه قبل القراءة ولم تكن في رأي عينه الا مجرد صورة غير متميزة

واذا كان الجسم يقرب ويبعد عن الناظر وليس ملازما لحالة واحدة بمعنى أنه لا ظل له ولا لون فانه لا يقف له على حقيقة فلا يدري هل هو باق على مسافته من البعد او تغيرت وهل هو يكبر او يصغر وهذا ناشئ عن الخطا الذي يعرض للحواس ليلا وبضعف قوة الادراك عن معرفة تغيرات مواضع الاجسام نصير في كل وقت عرضة لاختطار تخشى منها على انفسنا ولا يمكن للعقل منعها عنا بطريقة من الطرق ومن هنا ينشأ الخوف والفرح من الظلمة لاسيما عند الصبيان والنساء والجهلة اي ضعاف العقل من الناس ويتولد منه ايضا الخوف من

الحيوانات المفترسة ونحوها مما يتخيله الانسان من الاشياء المخوفة التي يتوهم  
انها تفوقه ليلا وهذا انما يكون عند جهلة الناس الباقيين على اصل القطرة  
بخلاف الملل المتدنة صاحبة المعارف فان مثل هذا الخوف عندها انما يكون  
في الاطفال والحواضن

ولا جل اعانة حاسة البصر وجبر ما قصص من قوتها بحث الناس الملائمون  
للظلام عما يقفون به على حقيقة الاصوات التي تصل اليهم من الاجسام  
الغير المرئية لهم هل هي تزيد او تنقص فاستعملوا لذلك آلة سمعية يعرفون  
بها الاصوات مع التعب والمنقة الآن عقولهم لما داخلها من الفزع  
والرعب لا تبقى ما تدركه حواسهم على حقيقته فان الخائف يتخيل أنه يسمع  
اصواتا لا وجود لها وكذلك يتوهم أن الآفات محدقة به من كل جانب فيزداد  
بذلك فزعه ورعبه

ومن هذا القبيل من ارتكب جنایة فانه يشتد خوفه من الظلمة ويرى دائما  
أن المجنى عليه أمامه وكلما سمع صوتا توهم أنه صوت القاتل ومثل ذلك يؤثر  
في حواسه ويزيده رعبا وتوارد عليه تخيلات كثيرة ولكن متى اصبح الصباح  
رأى جميع ما حوله من الاشياء التي كان يتخيلها ليلا على صور مهولة غير  
معهودة له باقيا على حقيقته الاصلية فيسكن روعه وتطمئن نفسه شيئا فشيئا حتى  
لا يبقى عنده من تأثير ذنب الجنابة الا مجرد التأسف والندم الذي هو دائما عقاب  
للقلوب التي لم تراع حرمة الفضيلة بل نسبت شعائر الامانة فهذه هي نتائج خطاء  
الحواس الطارئ عليها من بعد مسافة الاجسام ومنظر الاشياء

وايضا اذا ظهر ضوء النهار عرفنا الاجسام وميزناها على حقيقتها وادركناها  
بمجرد رؤية حجمها الظاهري عدة اجزاء منها ادراكا ثانيا فاذا رأيت الوانها قد  
اخذت في الضعف والتناقص وظلها في الخفاء وعدم الظهور وتناقصت ابعاد  
صورها فلا تقل ان ذلك قصص في الاجسام المرئية وتغير في صورها الحقيقية  
وانما هو ناشئ عن ازدياد المسافة التي ينسك وبينها مع بقاء الاجسام على  
حقيقتها

وبالجملة فعمل المنظورات قد يقع حاسة البصر في الخطأ بمعنى أن الاجسام تظهر به في رأى العين على وجه بحيث ينشأ عن روية حجمها ولونها وتكاثف ظلها للناظر تأثير به يظن انها على مسافات غير مسافات صورتها الحقيقية وصناعة زخرفة الملاعب التي بلغت في عصرنا هذا مبلغا عظيما متوقفة على معرفة تناقص المسافات والالوان والطلال فان تلك المعرفة من جملة المعارف التي لا بد منها في صناعة التصوير ورسم المنظورات وقش الاجسام الصغيرة قليلة الظهور

وهناك معرفة اخرى اهم مما تقدم في عدة صور وهي ادراك حجم الاجسام الحقيقي ومسافاتهما والحكم عليهما بحمد النظر بدون خطأ في النظر ولا في المنظور فمن صور ذلك أن الانسان اذا كان مسافرا في البحر وتبعه العدو فانه يعرف بعده عنه وحجمه وقوته وملته حق المعرفة ولو كان منه على بعد عظيم وامان لم يعود نظره على هذا النوع من القياس فانه اذا رأى في الافق نقطة سنجابية ظن انها العدو ولم يقف لها على حقيقة

وكذلك الحروب البرية يلزم فيها اتعوب النظر على هذا النوع من القياس فينبغي للانسان فيها أن يقف على مسافة مناسبة بالنظر لانواع الاسلحة التي تستعمل في تلك الحروب ليكون للمرى بها فائدة عظيمة ويجب على الضابط المنوط بضرب النار أن يعرف هذه المسافة حق المعرفة ويحكم عليها ويقيسها مع الضبط بنظره وقوة عقله لا يبدد فيرمي العدو في الوقت المناسب للمرى ومثل تلك المسافة يسهل قياسها بالاسلحة القربية المرمى كالطبنجة والبندقية ونحوهما بخلاف البعيدة المرمى على اختلاف انواعها كالاخوان الكبيرة والصغيرة والمدافع المختلفة في الطول وفي الحشوة (المعروفة بالفشنك) فانه يعسر القياس بها فيجب على ضباط الطوبجية وضباط الجيوش الخفيفة أن يعرفوا قياس المسافات سواء كانت صغيرة او كبيرة معرفة جيدة حتى يمكنهم في وقت المعركة وشدة الالتحام اخذ المواضع المناسبة وضرب التيران وابطالها عند الاقتضاء مع الضبط والسرعة

والوسيلة الى هذه المعرفة النفيسة هي المداومة على قياس المسافات المتنوعة  
في السهل والجبل

ويجب على رؤساء الورش الكبيرة والكرخانات الصغيرة أن يعودوا ولتقارنهم على  
قياس حجم الاجسام وصورتها بمجرد النظر قياسا صحيحا حتى لا يحتاجوا الى  
الطريقة البطيئة باستعمال المسطرة والبرجل في القياس فانهم متى تعودوا  
على القياس بالنظر صرخوا لمعضولات صناعيتهم وشغل الشغالة هل وفي بما يلزم  
عمله ام لا ولا فلاح من كونهم يعرفون هل تلك المعضولات تناسب من صنعت  
لاجلهم ام لا

وبالجملة فمن جملة نتائج القنون وفوائده عند كل امة من الامم استكمال حاسة البصر  
وغيرها من الحواس بالتربية والتعود

ومما يدل على ذلك اننا اذا ارسلنا الى امة من الامم المتبررة اقبح ما يوجد عندنا  
من الصور فانها تعد تلك الصورة من اعظم الصور الظريفة على حسب ذوقهم  
وعدم تقدمهم في القنون وهذا نوع عظيم من التجارة عند صغار الصناعات  
الذين لم يتقدموا في صناعة النقش والتصوير ومثل هذا التفاوت ناشئ عن  
تعويد النظر على الاشياء وممارستها بحيث ان ادنى شخص من الامم المتقدمة  
تعويد نظره على حسب حاله يدرك بصره ما لا يدركه المتبرر الخشن

وبالجملة فبكل امة تقدمت في القنون فانها تعرف اشغال اسلافها وتحكم عليها  
فهي كالمبتدى في تعلم فن الرسم فانه متى تقدم في ذلك الفن عرف رسمه الاولى  
وحكم عليه بعدم الصحة

فلو صادفنا احد المصورين بباريس الذين يطوفون في الاعياد والمواسم واما  
البطالة بصرية لوورة ولوكسنبورغ ولم يكن من المتقدمين في هذا الفن  
وسألناه هل ما وجدته في تلك المحال من تماثيل اولون وهرقول وديانة  
اشتبهها بالصور البشرية الطبيعية من تماثيلها التي على ابواب كنيسة  
سنت جرمان ام الامر بالعكس لاجاب فوراثانه قددهش وتعجب غاية العجب  
من التماثيل الاولى وأنه اذا قابلها ببعضها ظهرت له التماثيل الثانية مجرد انجار



خسنية غير منتظمة الصنعة مع أنها كانت عند القدماء من اعظم الملح واطرفها حتى ان ملوك ذلك العصر وداياهم كانوا يتعجبون غاية العجب من مصوريها كيف امكنهم أن يأتوا بما يشبه الصور الطبيعية فهذا التفاوت انما نشأ من تقدم حاسة البصر في بلاد فرنسا من عصر التوحش والخشونة الى عصرنا هذا

واذا ارسلت الدولة الفرنسية الى بلاد ايطاليا جماعة من صغار المصورين والنقاشين والبنائين فليس الغرض من ارسالهم الى تلك البلاد مجرد اخذ صورة بعض المباني والصور والتأثيل بل الغرض من ذلك ايضا هو انهم يعودون ابصارهم بروية ما ظهر على وجه الارض من الفنون المستخرقة في هذه المملكة قديما وحديثا حتى تتمكن حواسهم من تلك الصور وترسخ في عقولهم بحيث اذا رجعوا الى بلادهم يمكنهم نشرها واظهارها بين ابناء وطنهم

قد عرفت أن كل امة يمكنها استكمال حاسة البصر بالممارسة والاجتهاد فمن ثم كان المصورون والاهاالي يتنافسون في تحصيل المعارف والفنون

فاذا صدق المصورون ولو مرة واحدة كانوا بذلك قدوة للاهاالي وزجرا وقصوة على فئودياتهم كاملة لا يمكن لمهرة علمائهم ادراكها والوقوف على حقيقتها وكل من هذه الفنون جات يزيد حاسة البصر ويمدها بالقوة والكمال عند الناظرين فلذا كان كلما تكاملت الفنون تقوى رغبة الاهاالي ويزيد اجتهاد المصورين حتى يحوزوا فضيلة التقدم على الاهاالي قهرا عنهم

وهذا التقدم المشترك في المعارف بين الاهاالي والمصورين لم يثمر ثمرة عظيمة الا عند امة اليونان في الاعصار السالفة وعند الايطاليين في اواخر القرون الوسطى وها هو الان شارع في القو والزيادة عند الفرنسيين فيجب على كل من المصورين والعلماء الماهرين أن يبذلوا جهدهم في اعانة هذا التقدم بالمواظبة والاجتهاد وقد تصدى لذلك بعضهم ونجح فيه فنجاحه يرجى نفعه

والذي اكسب الفرنسيون به الميل الى الفنون المستخرقة هو احد المصورين

بمفرده وذلك أن ما أبداه هذا المصور من محاسن صناعته أنساهم ما كانوا  
يتعجبون منه من تصاوير القدماء الخشبية وقد تخرج عليه جبرارد  
وجيروديت وغيروس وغيرين وغيرهم من تلك الطائفة المتأخرة فليس  
منهم احد الا واستفاد من دروسه وامثاله وكان هذا المعلم الصعب اذا اطلع  
على اشغال تلامذته في هذا الفن يظهر ما فيها من الخطأ ولو كانت في عين  
الاهالي من اعظم الملح واطرفها بدون أن يراعي في ذلك خواطرم او يخشى بأس  
احد منهم ويمثل هذه الطريقة يمكن للرسم الماهر أن يبلغ التلامذة على يديه  
اقصى الدرجات في هذا الفن وبواسطتهم يصل سائر الاهالي في ذلك الى مثل هذه  
الدرجة

وقد حصل لفن البناء ما حصل لفن الرسم من التقدم واتساع الدائرة وحسبك  
دليلا على ذلك مقابلة ما حدث في سائر الجهات من البيوت الساذجية الحسنة  
المختلطة بمباني القرن المتأخر وما قبله في ذلك ما يقضى بتقدم هذا الفن وبلوغه  
في الحسن درجة لم تكن له قبل ذلك وكذا عمارات اسواق سنت بخرمان ومباني  
مويريت فانها الطرافة شكلها وحسن تناسبها اشبه شي بعمارات اليونان  
القديمة ومما يدل على ذلك ايضا ما تجدد في شوارع مدينتي كاستيليوم  
وريوولي من العمارات ذات الابواب الشاحخة فانها جديرة بأن تنظم في سلك  
مباني رومة وفلورنسه وكذلك العمارة الجديدة المسماة البورس  
(وهو مجلس التجار ياريس) فانها تذكرنا عمارات برويله وبروتون في لطافتها  
وحسن منظرها وبالجملة فهذا التحسين ظهر في جميع المباني الافرنجية ظهورا  
تامابلا وكذلك في جميع محصولات الصناعة وقد برع الفرنسيون في ذلك  
وفاقوا اسلافهم بل والدول الاجنبية في الفنون والمعارف بواسطة فن الرسم  
واستكمال حاسة البصر فيهم ومع ذلك ينبغي الاعتراف بانهم لم يبلغوا في التحصيل  
الدرجة القصوى لما أن التكميلات المترتبة لسائر الفنون لا يمكن حصرها فعلى  
ارباب الصنائع من الفرنسيون ان يسارعوا الى هذه التكميلات ويضيفوا الى  
ما عندهم من الفنون ما يظهر لهم من التحسينات المستظرفة التي هي زينة

## البلاد المتقدمة

وعليمهم أيضاً أن يقبلوا الأقيسة الصحيحة المضبوطة ويذعنوا إليها حسب الامكان وأن لا يقيسوا الاجسام بمقتضى ما يظهر من حجمها فقط بل لابد أيضاً من قياس نسبها ومعرفة ما بين تلك النسب من الاختلاف والتفاوت او التشابه وأن لا يستحسنوا الا ما استحسسه العقل ويذلوا الجهد في تحسين اشغالهم بحيث يستنبها ويقضي بحسنها ويجتهدوا في اعمالهم حتى يصير لهم المام بجهة كل فن وخبرة بنسبه وانتظامه ثم يبنوا ما اكتسبوه من المعارف الجديدة بافاضتها على من جاورهم والقائما الى تلامذتهم ليعملوا بمقتضاها في اشغالهم والى الالهالى كافة ليدركوا نظافة الاشغال ويعرفوا مقدارها وتحمل منهم تلك المعارف الجديدة لتحمل القبول وانما اوردنا ذلك رغبة في دفع الناس وجعلهم على الغيرة والمنافسة في تحصيل الفخار وما يعود على الوطن بالمنفعة

والى الان لم نستوف الكلام على جميع ما يناسب حاسة البصر من انواع التكميلات وانما ذكرنا ما بين هذه الحاسة وصورة الاجسام من النسب فقط وكيف يمكن استيعاب جميع النسب التي بين البصر والاجسام حال تحركها اى حين ظهورها للنظر على عدة احوال اذ لو تصدنا لذلك لجزا الى الاسهاب واخرجنا الى تفاصيل كثيرة يطول شرحها فان انواع الحركة كثيرة لحركة الحياة التي نعيش بها والحركة التي نعرف بها حياة الاجسام الحساسة والحركة التي تؤثر في حواسنا وبها تحهل لنا المعارف والحركة التي تجزنا الى ارتكاب الخطأ في الافعال والاحكام

و ينبغي لنا أن نعود حواسنا على قياس الحركة كما نعودها على قياس الامتداد ويمكن التوصل الى هذه العملية المهمة باعانة الزمن فيلزم اذن للعقل والحواس معرفة الزمن والمدة بحيث متى رأينا جسماً يقرب او يبعد عن اجسام اخرى عرفنا معرفة صحيحة المسافة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم او الزمن الذي يقطع فيه مسافة معلومة ولا ينبغي أن تقتصر في معرفة الحركات والحكم عليها على ما نشاهده منها وقت حصولها فقط بل يجب معرفة قياسها واحوالها

وحفظ ذلك في الازدهان بحيث يمكن مقابلتها بغيرها عند الحاجة  
 واغلب عمليات الفنون والصنائع تحتاج الى هذه المعارف المضبوطة اذ من  
 الصانع من يلزمه ان يعرف درجة السرعة التي تلايم الدواليب التي يستعملها  
 في سن آلاته وصقل السطوح وعمل الفخار والبلور والصيني بدون أن يحتاج  
 في معرفة قياس حركاتها الى ساعة كبيرة او صغيرة ومنهم من يلزمه أن يعرف  
 السرعة التي تلايم آلات صناعته كالمنشار والقارة والمكوك ونحو ذلك وانما مثلنا  
 لذلك بهذه الامثال العادية ليعلم أن هذه المعارف لا بد منها في سائر فروع  
 الصناعة

وقد يحتاج الانسان في كثير من عمليات الصنائع الى الاستعانة بالآلات المعدة  
 لقياس الزمن حينئذ يلزم لكل امة تقدمت في الصناعة أن يكون عندها اقيسة  
 صحيحة للزمن كما يستفاد من التاريخ

فقد كان سلف الفرنساوية في عهد ملكهم كلو من مانوس الذي لم تكن فيه  
 الصنائع منتشرة الدائرة كهذه الاعصار لا يعرفون الاوقات الا بارتفاع  
 الشمس على الافق كما هو عادة اهل الاريا في الآن واول ساعة دقاقة وجدت  
 في مملكة فرنسا هي الساعة التي اهداها الخليفة هارون الرشيد الى  
 ملك فرنسا المذكور ثم اخذت المدن الاصلية من هذه المملكة في تحصيل  
 ساعات من هذا النوع وكانوا اولاً يعرفون عدد الساعات بضرب النواقيص  
 فلما عرفوا الساعات الدقاقة صاروا يعرفون باصواتها المتنوعة وضرباتها  
 المختلفة عدد الساعات وانصافها وارباعها ثم اخترعوا الساعة عقريين احدهما  
 لعدد الساعات والاخر للدقائق في سائر الاوقات

وترتب على صحة قياس الزمن وضبطه فوائد عظيمة في ترتيب المصالح العامة  
 والخاصة وكذلك في اشغال الصناعة الا أن هذا القياس لما كان خالياً  
 عن الحدود بالنسبة لمن لا يتيسر له سماع هذه الساعات ولا رؤيتها كالسياح  
 والشغال والعالم وغيرهم ممن يتفرغ لشغله او يمنعه عن سماعها كثرة اللغط واولاً  
 يمكنه الانتقال من محل شغله الى المحل الذي به تلك الساعات خطر لهم أن

يختصر عو اساعات صغيرة يمكن حملها لكل انسان ليعرف بها قياس الزمن ويتيسر  
 له بها معرفة الاوقات مع الضبط في سائر الازمان والا ما كان ويمكن به المن  
 كانوا في اطراف مدينة كبيرة او في مدن مختلفة وتواعدوا للاجتماع مع بعضهم  
 في محل مخصوص ووقت معلوم لقضاء اوطارهم او مجرد الحظ والموانسة أن  
 يحضروا في الوقت المعين بينهم ومن فوائد هذه الساعات ايضا قياس مدة جلة  
 من الاشغال وطول زمن عدة من الحركات وبالجملة فقد استفاد الناس من قياس  
 الزمن فائدة عظيمة كان لا يمكن للامم تحصيلها قبل ذلك وربما استفيد منه  
 ايضا فائدة اخرى وهي كثرة العمل مع التوفير وله مدخلة في تنظيم جلة من  
 المصالح العامة والخاصة وفي تكميل العلوم والفنون وله ايضا مدخلة عظيمة  
 في اشغال الملاحة وعلم الفلك وكذلك الفنون الحربية فيلزم غالبا معرفة الزمن  
 الكافي لاجل انتقال الجيوش من موضع الى آخر في مدة الحرب التي لا يتيسر  
 فيها قياس الحال والمسافات الا بمجرد النظر فلذا كان لا يمكن التوصل الى  
 ذلك الا بالعود على معرفة المقابلة بين المسافات المقطوعة والزمن الذي  
 استغرقه قطعها بأقيسة صحيحة مضبوطة

وطريق الوصول الى معرفة الازمان بمجرد النظر هي التأمل في حركة الاجسام  
 واما معرفتها بالسمع فهي عبارة عن معرفة مدة الاصوات كما سيأتي في الدرس  
 الثاني

فتجد معلم العساكر الجليدة باعتياده على ملاحظة السير المعتاد والسرير المعبر  
 عنهما بيراك بيراك اعني واحدا اثنين واحدا اثنين يكتب معرفة المدة التي بين  
 هذه المسافات المتساوية فاذا رأى بعد ذلك عساكره تمشي أمامه عرف سرعة  
 سيرهم بمجرد النظر كريس الجيوش المنتظمة

فعلى ذلك اذا رأى الانسان رجلا او خيولا او عربات او سفنا سائرة أمكنه أن  
 يعود نظره على معرفة قياس سرعة حركاتهم كالا لاني اذا سمع فرعا من فروع  
 المويسقي فانه يعرف بمجرد سماعه النغم الذي يتسبب اليه هذا الفرع من غير  
 احتياج الى مراجعة كتاب في هذا المعنى

وجميع هذه المعارف على اختلاف أنواعها لها فائدة عظيمة في كثير من الفنون  
فيمكن بها أن يفسر الورشة الصغيرة والمعامل الصغيرة أن يعرف أسرار العمل  
أو قوانينهم في الشغل بمجرد النظر والسمع

وهناك معارف أخرى ليست مقصورة على بيان قياس أطوال المسافات  
والأوقات بل يعرف بها أيضا الألوان والأصوات ( كما سندكره في الدرس  
الثاني )

ومعرفة الألوان مما لا بد منه للمصورين والصابغين ومزج عرق النباتات إلى  
الملاعب وغيرها من الأماكن وهي ضرورية أيضا في كثير من الفنون التي  
يرغب في محصولاتها على حسب زيتها بالألوان المرغوبة قلة وكثرة فلذا كان  
ينبغي للرسم الماهر أن يعرف هذه الألوان معرفة جيدة ويعرف ما بينها من  
الاختلاف والاتحاد \* والناس في شأنها على قسمين فبعضهم من يعرفها حق المعرفة  
ومنهم من لا يعرفها إلا معرفة هيثة

فأهل الأرياف عموما سواء كانوا متوحشين أو معتدلين لا يميلون بالطبع إلا إلى  
الألوان الناصعة الفاتحة وأما الأكر والاعيان فزيتهم من قديم الزمان الحجرة  
الضاربة إلى السمرة بخلاف أهل البادية فانهم يؤثرون الأحمر الوردى على غيره  
وهو الأرجواني عند أهل القرى وأما ما كان من الألوان دون ذلك في الشدة  
فهو الملائم لأصحاب الذوق السليم لجملة حواسهم وقوة إدراكها بما توارد  
عليهم كثيرا من الألوان فعرفوا بمقابلتها على بعضها ما لا يعرفه العامة من التفاوت  
بينها ومثل هذه المعرفة الدقيقة مما يقوى الذوق ويكسبه السلامة  
والرقة

وبما ذكرناه هنا يمكن الوقوف على تقدم ذوق الإنسان وقوة إدراكه  
بالنسبة إلى الألوان كما سبق بيان ما يمكن به معرفة ذلك بالنسبة إلى مقادير  
الاشياء

### \* (الدرس الثاني) \*

في الكلام على حاسة السمع المعتبرة آلة للقياس وعلى الاتجاه الذي تكتسبه

## منها القوى الانسانية

قد اسلفنا في الدرس الاول أن حاسة البصر معتبرة آلة للقياس وذكرنا أنه يمكن للانسان بالتعود على الملاحظة والمقابلة أن يكمل هذه الحاسة الناقصة ويجعلها صالحة لاعائه في اعماله واشغاله وذكرنا ايضا أن استكمال تلك الحاسة امر ضروري لا بد منه لاسيما بالنسبة لتقدم الفنون المستطرفة والفنون النافعة التي هي عبارة عن الصناعة

وقد رأينا أن تتكلم في هذا الدرس على حاسة السمع كما تكلمنا في الدرس الاول على حاسة البصر فنقول

ان جميع الاحساسات التي توصلها حاسة السمع الى العقل بمنازعة ثلاث خواص متباينة \* احدها المدة \* والثانية القوة \* والثالثة ارتفاع الاصوات او انخفاضها

فيمكن للانسان بالتدريج أن يعودا ذاته على قياس مدة الاصوات وسكونها لان معرفة هذه المدة المكتسبة بالحواس مما لا بد منه في كثير من الفنون \* ويتوصل الى معرفة هذه المدة بنوارد الاصوات المتشابهة وتكررها على الاذن حينئذ حين بأن يتقطع توصلها بسكوت طويل او قصير \* فلذا كانوا في العسكرية يستعملون نارة صوت الكمندار (اي المعلم) ونارة صوت الطرمبطة واخرى صوت المويسقي ليعودوا العسكري الجديد على معرفة قياس السير السريع كثيرا او قليلا على حسب ما يلائم الحركات العسكرية من انواع السير

وكذلك اذا ارادوا انتظام فرقة عسكرية بحيث تحرك اسلحتها دفعة واحدة قسموا الزمن الذي تقع فيه اجزاء التعليم الى مدد متساوية لكل مدة منها حركة مخصوصة فيترتب على ذلك في التعليم توازن الحركات وانتظامها وهو المطلوب \* فهذه الطريقة يمكن لتأنيته وتسعته من العساكر المتقدمين في التعليم أن يجروا بالتدء المسمى تعليم ماهران وهو سلاح طولدر اي تعير السلاح عملية اثني عشر فصلاوا اكثر من ثلاثين حركة مع الاتحاد التام بدون احتياج الى

إشارة أخرى

وكما كانت العساكر الجديدة مجموعة من الاهالي المتقدمة المتعوده بطبعها على مثل هذه الحركات كان تعود حواسها على هذه التعليمات قريبا قصير المدة فيكفي في تعليم العساكر الفرنسية مجرد التعبير عن الحركات اللازمة وتكرارها بخلاف العساكر المجموعة من الولايات القليلة القليلة فان ذلك لا يكفي بالنسبة لهم بل لابد من أن يكون أمامهم رجل يفعل جميع الحركات اللازمة واحدة بعد أخرى حتى يتأقن لكل واحد منهم الاقتداء به في تلك الحركات ويتعود على فعلها وحده بدون أن يجترأ راسه ويجب على المعلم الماهر أن يلتفت الى مثل هذا الاختلاف العظيم

هذا ولا ينبغي أن يعتقد أن الغرض من الانتظام والاتحاد في التعليمات العسكرية انما هو الزينة والفضيل الغرض من ذلك هو ما يترتب عليه من النتائج النفيسة والفوائد المهمة وهو تعود العسكرى على انتظام جميع حركاته واجرائها على صوت رئيسه واصوات الآلات الحربية وبالانتظام المذكور يصير ايضا بعض اعضائه متعوده على قبول تأثيرات الاصوات فيكون بذلك قابلا للغيرة والحمية بمجرد سماعها اذا اقتضى الحال تحصيل نتيجة مهمة او عملية جسيمة فمن ثم كانت الاهالي المتقدمة اذا عرفت لها أن تكمل الفن العسكرى وتشرع في فعله تدخل الانتظام في جميع الحركات العسكرية وتراعى الهندسة في الصفوف والاتجاهات فتفوق بذلك على الاهالي الغير المتقدمة ويحصل لها به من الفائدة والرجحان عليهم ما هو اعظم من فائدة كثرة الاسلحة لان هؤلاء المتبرزين انما يرجحون على المتقدمين بالشدة وشراسة الاخلاق والاستسكاف عن مكابدة الاشياء وتحمل مشاق معاناتها ولا انتظام الحركات فوائد كثيرة في الاشغال المدنية والاعمال الاهلية فمن فوائده في صناعة الحدادين مثلا أنهم اذا اجتمعوا لدق قطعة من الحديد على السندان ودقوها بالمطرقة مع غاية الانتظام دقا محكما مضبوطا لم تكن فائدة ذلك مقصورة على عدم ملافاة المطرقة للسندان ومنع ما يترتب على ذلك من المضارب فائده ايضا خفة العمل



وقلة المعاناة

فإذا كان لانسان صنعة يلزم لها حركة واحدة متكررة دائماً فإنه يجعل لهذه الحركة مدة محدودة لا تتغير ويرى في ذلك فائدتين احدهما انه لا يصرف من قوته في تلك المدة المعينة الا مقدار معلوما بحيث يمكنه استرجاع ما فقد منها في قدر تلك المدة \* والقائدة الثانية وان كانت دون الاولى في الوضوح والامتيانز الا انها جديرة بها وانها في نوع من الدفعات الدورية ~~ت~~كنسبه الحواس من تكرر الحركة تكرر انتظما بمعنى أن الحواس تعود بذلك على هذه الحركة المتكررة المتوالية مع السهولة العجيبة والسرعة التي يتوصل بها الى عدة نتائج غريبة وبما ذكرناه تظهر ثمره تقسيم الاشغال لاجل اجراء عمليات الصناعة (كما سيأتى في الدرس الرابع)

والانسان من مبداء مفرغ يولد تكرر الحركات المتساوية ويميل الى ذلك بطبعه فلذا كان يسهل تعود الحواس على هذا التكرار بدون كبير معاناة فبذلك كل كلمة من الكلمات الاولى التي ينطق بها الطفل حركة من حركات متساوية يسهل عليه أن ينطق بها مرة أخرى أكثر من نطقه بها مرة واحدة

واذا اريد حفظ الاطفال وادخال السرور عليهم صنع لهم حركات سريعة منتظمة فبذلك يظهر اثر السرور على وجوههم وايدهم وارجلهم بل ينشأ عن هذه الحركات المتساوية المتكررة ما يظهر اثره على الجسم بتمامه

وهناك نوع آخر في جلب الحفظ الى الاطفال وهو أن تصنع لهم حركات طويلة لطيفة موزونة تتناقص بها الشدة المنبهة في اعضائهم ويلحقها الاسترخاء فيدركهم النوم باز ذلك بمعنى أن اعضاءهم تمتنع بالراحة التامة الناشئة عن هذه الحركات الموزونة البطيئة

ومثل هذه الطرق تستعمل في كثير من التيارات ليحصل الحفظ او القصور او الانجذاب والميل الكلي او جلب السنة والنعاس فعلى ذلك لا مانع أن يقال انه يتولد عن الشعر كثير من النتائج الميكانيكية التي من هذا القبيل ولا مانع ايضاً أن قانون الحركة له دخل في ضبط كثير من كلمات الفصاحة المستعملة

في تحسين الكلام الآن هذا ليس محل إirاده وبيان  
وحيث ان ما اوردناه هنالم تتعرض فيه الالذكر نتائج الحركة قطبتي  
علينا بيان اسباب التأثيرات المختلفة في السرعة والنتائج المذكورة اذلو  
اقتصرنا على ما ذكرناه لفتنا معرفة تلك الاسباب فلا يدري مثلاما السبب  
في كون الانسان يسرع السير فهراعنه عند سماع ما يهوله ويمثي الهوى بنا عند  
سماع الفروع الموزونة من الموسيقى

وشاهد ذلك ما وقع لي في هذا المعنى وهو اني كنت اذا اشتغلت بالكتابة ومترى  
من تحت شبائيك المحل احد الالاتية الذين يمزون في الطرق اري حركات القلم  
تأني على ضربات الموسيقى مع الوزن والانتظام على حسب ما يطرق آذان من  
انغامها وطرب الخانها

والواقع اتسالى الآن لم نعرف سبب هذه الحوادث المؤثرة بطريق الجاذبية  
وانما نذكر هنا نتيجة تجربة يعرف بها أن هذا السبب ميكانيكي محض  
فتقول

انه قد وقع للعلم بريغويت وغيره من مشاهير الساعاتية انهم وضعوا على  
مستوى واحد من ساعتين من ذوات التوائى او ساعتين من ساعات قياس  
الزمن فوجدوا في سرعة حركاتهما بعض اختلاف يسير حيث رأوا أن  
المساحة التي هي اسرع حركة من الاخرى تتأخر وأن البطيئة تتقدم وانهما  
يتهيان معافى السير مع أن كل واحدة منهما منفردة عن الاخرى في علبة لا  
تعلق لحركتها بحركة الثانية

وما ذكرناه من المقارنة في شأن التأثيرات الواقعة على الانسان وفي شأن  
حركة عتمة من الساعات ليس حاصل بطريق الصدفة والاتفاق بل تتأثر الاعضاء  
حقيقة بتأثير الاصوات الغريبة التي تضطرب بها بأن تجعلها موافقة لها  
في حركاتها سرعة وبطأ ومن هنا النتائج المعروفة التي تحدثنا فيها الالات  
المتحدة في الصوت

فاذا اخذت طرمبينة وشدت اوتارها شتا جيدا وضربت عليها ضربات

متوالية متساوية سريعة وفصلت بينهما فاصلا هينا جدا بضربات سريعة واخرى قوية امكنت بهذه الطريقة منع الفرقة العسكرية عن سرعة السير والمجموع على العدو

وتفعل عكس ذلك في صورة ما اذا اردت ضعف صوتها بأن ترخي اوتارها وقطعها بنقطة منظر مخزن يضعف صوت حركاتها زيادة على الضعف الثاني من ارخاء اوتارها قسيع لها صوتا منخفضا غير متواصل يعقبه السكون ثم تضربها بعد ذلك ضربة واحدة يعقبها السكون ايضا ثم تضربها ضربة هينة يسمح لها صوت ضعيف وبذلك تفتتح حركة الاعضاء وتولد الجزن في النفوس ويحصل تذكارا للخطر

وقد استنبطنا هذين المثالين من جذية السمع وتحريك الاجسام الزاينة التي يسمع لها دوى وصوت في الهواء

ومن هذا القبيل الناقوس فانه يتولد عن ضربه مثل هذه النتيجة ايضا فاذا كانت ضرباته خفيفة بطيئة دلت على موت الانسان من مسافة بعيدة بخلاف ما اذا كانت مختلفة سريعة فانها تدل على ولادة مولود او عمل موسم اوعيد وكذلك الساعة الدقاقة في صورة ما اذا كانت ضرباتها متعقبة متوالية سريعة تدل على خطر الموت في الصورة الخفيفة في النفوس ما يرد اليك تدريج ويقوى شيئا فشيئا حتى يكسبها اتباعا وانذاعا الى محل به حريق او قتل او نحو ذلك فتنتج الساعة في الصورة المذكورة كنتيجة الناقوس في صورة جماع ضرباته من مسافة بعيدة

ثم ان بشية الحيوانات بهذه المثابة من حيث قبولها لهذه التأثيرات واتباعها بها الى ما يجذبها اليه فان صوت البوق والتغير يفرى الكلاب على الصيد والليل على الهجوم في المعركة اذ حركة السير القوية السريعة تسري سرعتها في جياذ الخيل وتدفعها الى خطر المهالك قهراعها وقد تحدث الطر حيلة الطريقية في الانسان قوة عظيمة تقضي به الى الجمل على العدو واقفة ام خطر الالتصام ولم تكلم الى الان الا على الاصوات من حيث سرعتها وما يتولد عن هذه

السرعة من النتائج وبقي علينا أن نسلك عليها من حيث ما يتولد عن قوتها من  
النتائج كبيرة كانت تلك القوة او صغيرة فنقول

قد ثبت بالتجربة أن الغمام الجسم الزمان تكسب الاذن طر يا يختلف قوة وكثرة على  
حسب بعده هذا الجسم عنها وقربه منها \* ومتى عرفنا صوت الاجسام الزمانية  
عرفنا بواسطة السمع ما يمتدنا وبين هذا الصوت من المسافة \* فاذن هذه الحاسة  
التي سكتها قبل تلك آلة لقياس الزمن ~~التي سكتها قبل تلك آلة لقياس الزمن~~ <sup>التي سكتها قبل تلك آلة لقياس الزمن</sup>  
والامتداد معا \* وربما ثبت عن حاسق البصر والبصير

وذلك أن العميان لما عذر عليهم قياس المسافات البعيدة ومعرفة مقاديرها  
لقد حاسة البصر منهم اضطرروا الى المعنى فيما يكون به استحالة حاسة السمع  
فتجسسوا في ذلك نجما عظيما وترتب على سمعهم نتائج مجيبة وفوائد غريبة فقد  
صاروا اسماعهم في اقرب وقت آلة لقياس الامتداد ولوسلك مسلكتهم من له  
سلكه ~~التي سكتها قبل تلك آلة لقياس الزمن~~ <sup>التي سكتها قبل تلك آلة لقياس الزمن</sup>  
والاقياء لاستكمل فيه حاسة السمع منهم وطوع في قوتها تدريجهم

وقد احسن ارباب الفنون المستطرفة استعمال خاصية الاصوات التي هي  
عبارة عما يستدل به على قرب صاحب الصوت المسموع من السامع او بعده  
عنه \* واستخراج الاصوات الخفية العسرة الادراك من الافواء والالات  
له سبب يقتضيه ويوجب يستدعيه اذ تكثر هذه الاصوات وعظمتها وغلظتها  
شيئا فشيئا وسيله تؤدي الى الغرض المتصود من اهوية الموسيقى والخطاب \*  
وتم فائدة اخرى وهي معرفة السامع المسافة التي بينه وبين اشياء في التياتر لم يكن  
يصرها كيش او احتفال كبير او زفافا ونحو ذلك

واعظم الاهوية المعروفة هو ما اخترعه بعض مشاهير ارباب الموسيقى في عصرنا  
هذا وهو عبارة عن تطويل النغمات على التدريج بأن يمد صوته مقام بعد مقام  
مدا عظيما مع فواصل دقيقة وعلامات لطيفة تؤثر في النفوس بالتدريج تأثيرا  
عظيما في المحافل الكبيرة وهذا التأثير هو ما يعرف بثورة النفس  
المستوية

وهذه العلامات المنتظمة سواء كانت مرتفعة او منخفضة ليست مقصورة على بيان المسافات والحركات الطبيعية بل تحدث في النفوس تأثيرا يزيد او ينقص به على التدرج ما هي عليه من فرح او حزن او قوة او ضعف او شجاعة او حجب وكذلك اغلب الشهوات النفسانية وعظماء الخطباء والشعراء ومهرة ارباب الفنون الذين يأبون بالعبارات المنتظمة المفرحة او المحزنة يعرفون حق المعرفة رموز الحركات سواء كانت سريعة سرعة تدريجية او بطيئة كذلك \* ويعرفون ايضا طريق وضعها في تأليفهم ونقلها الى اقوالهم على وجه بحيث يكون لها تأثير في النفوس فترى الخطيب حين يأتي بادائه وبراهينه مرتبة على مقتضى قانون القوة بحيث يكون لذلك موقع في النفس يؤثر فيه اشيا فشيئا بعبر عما استحضره من التصورات والمعاني التي تصطب اليها النفوس بعبارات يسلك فيها بالتدرج مسلك السرعة والحفاة فيكون لهذه الامور الثلاثة المؤلفة التي لا تخرج عن سرعة الكلام وقوة الاصوات وحركة النفس المتزايدة بالتدرج تأثير في نفس السامع وجوارحه بطرق ثلاث مختلفة كل واحدة منها تزيد في قوة الاخرين وفي صورة العكس وهي ما اذا اريد الانتقال من قوة التأثير والاحساس والتزول من درجة ذلك الى درجة التصورات المحزنة والافات السوداء وبه يختص الخطيب صوته شيئا فشيئا حتى يصير خواص الصوت وعلاماته مدعمة غير مقيرة ومتراخية غير متواصلة بحيث يشق على نفس السامع قبول تلك التأثيرات الجديدة القابضة التي يحاول الخطيب القاءها في ذهنه وابائها في نفسه ثم ان الاصوات التي تتميز بحاسة السمع هي كاشعة الضوء بالنسبة لحاسة البصر من حيث تفاوتها في اصلها وقوتها وليس اختلاف الصوت قوة وضعفا مقصورا على الصوت الواحد قط بل قد تختلف الاصوات المتعددة وتغير عن اصلها بالقوة والضعف \* وقد حصر ارباب الموسيقى ما ينبغي اجماعه من الاصوات في عدد قليل يبلغ ثمانية ونيفا كلها على نسب مختلفة فاذا اجمعوا جميع تلك الاصوات وجد السامع منها ما يكون النغم فيه واحد لا يختلف ومنها ما يختلف

نغمه وطريقه قلة وكثرة ومنها ما اذا تواقعت اتقامه اضرباً فبس السامعين

وقد ابطوا هذا النوع الاخير من الحان الموسيقى

ولما كان الانسان باصل الفطرة لا يعرف فن الموسيقى كان محتاجاً الى تعويد سمعه على قياس ارتفاع الاصوات وقوتها ومدتها قبل أن يحكم بشئ في شأن

الحان الموسيقى ولتسكلم على هذا الغرض فنقول

حيث ان صوت الطرمبينة او الناقوس له في النفوس تأثير عظيم فصوت الموسيقى في ذلك من باب اولي لاحتوائها على عدة كبيرة من الآلات المتنوعة من كل آلة لطيفة تستعذبها الاذواق وتجذب الى سماعها النفوس وآلة مزجة تجبها الاسماع وتفر منها الطباع والآلة ذية الصوت مألوفاً واخرى ثقيلة النغم بالشدّة موصوفة

وبالجمله فالموسيقى لها تأثير عظيم عند اصحاب الذوق السليم والحواس المستكملة والاطار الجنوبية تفضل في هذا المعنى الاطار الشمالية ومن هنا ما يوجد في توارخ اليونان من النتائج العجيبة المترتبة على التثام الاصوات وانتظامها وكذلك ما يرى الآن عند الايطاليين من الحية والحاسة في خطابهم وشعراتهم حيث يسلكون في خطابهم ووعظهم وانشيدهم الطريقة الحاسية التي يكون لها في قلوب العساكر وقع عظيم يحملهم على اهتمام الاخطار حتى يصلوا الى قلعة العدو ويتوجوا بازهار شجر الغار حسماً جرت به العادة عندهم قديماً من أن الملك يتوج بلك الازهار من حاز على العدو ونحر الانتصار من غول الرجال والعساكر الابطال

فاذن ما يوجد في لغات اهل الجنوب من انتظام الاصوات وتنوع الحان ينبغي نسبته الى رقة الخارج ولطف الاعضاء بخلاف لغات اهل الشمال فان ما فيها من الاصوات اليابسة الخارجة من الحلقوم او من بين الاسنان يظهر انه انما خلق كذلك ليناسب الاعضاء الصلبة اليابسة بسبب برد الاقطار الشمالية

وعلى كل فخارحة اللسان وحاسة السمع وان كانتا من القوى الحادثة بمحض

خلق الله تعالى الا انه يمكن اصلاحهما وتحسين علمياتهما بواسطة الصناعة البشرية ولو اختلفا في الناس لاختلاف الاقطار اختلافا كثيرا اقليلها فاذا تتبعنا حاسة السمع بالتعويد والممارسة المقبولة مع غاية الاعتناء وجدنا نافعها من التقدم والاستكمال نظير ما تجده في حاسة البصر وهذا القياس الحاصل بين التقدمين له منفعة عظيمة في حد ذاته ويدل ايضا على صدق ملحوظاتنا الاولية وصحة نتائجها النافعة

وذلك أن حاسة السمع متى استكملت عند امة من الامم عرفت بها ما يوجد من التفاوت بين الاصوات ذات الخارج اى الالفاظ والمخاطبات ومتى تقدمت هذه الامة في الفنون والآداب صارت تلك الحاسة عندها بمثابة آلة مضبوطة للقياس بل هذه الحاسة تستكمل في الشخص الواحد بحسن التربية وبحسب ما يكون عليه من الاحوال وقد توغل اليونان في هذا الفن الذي به تكتسب حاسة السمع قوة واقتدارا على ادراك الاشارات الدقيقة من مسافات بعيدة وفاقوا في ذلك غيرهم من الامم حتى انهم كانوا اذا سمعوا صوتا ساذجيا عرفوا منه انعاما ومقامات لا يسعنا معرفتها من الاغاني المعروفة بعلامتها وكانوا لفصاحتهم لهم في فن الموسيقى تنوعات كثيرة عجيبة وحسن انعام مطربة غريبة وسبب ذلك أنهم كانوا يعلمون اولادهم من صغرهم ويعودونهم على جعل كلماتهم آتية على طبق وحدة القياس الثابتة المحدودة حيث كانوا يعودونهم من مبدء امرهم على الانتظام في المكالمات والمخاطبات كما ان الفريج الان يعلمون اولادهم الانتظام في الاغاني على مقتضى الحان الموسيقى

ويذهبى أن يكون منشأ ما اشتهلت عليه لغتهم من المحاسن التي يستحسنها الاجانب وتأخذ بجماع الباطن انما هو اهتمامهم بشأن المعارف واعتناؤهم بطاعتها وذلك أن اللغات في الغالب تكون في مبدء امرها خشية فان الالفاظ التي تتركب منها الكلمات تكون وخشية غير مألوقة وكذلك الكلام المتركب من الكلمات يكون اولا خشنيا خاليا عن المحسنات وحسن الانتظام وكل لغة تبقى على هذه الحالة الاولية مدة طويلة حتى يأتي لها عصر مناسب تكتسب فيه

حواس السمع عند المؤلفين وارباب الكتابة والانشاء في اقرب مدة لطافة ورقة  
جديدة تعرض لهم على حين غفلة حتى ان ما كانوا يستحسنونه من الاصوات  
المفردة او المركبة يصير عندهم من انكرها واقبحها فيمعونه من تأليفهم  
ويملونه في مخاطباتهم فعند ذلك تعجب الاهالي من هذا الاتقان العظيم  
والانتظام الغريب الذي ظهر لهم من هؤلاء المؤلفين والكتاب ارباب القرائح  
الجيدة فكانت هذه الطريقة حدث فيهم حاسة جديدة ومدركة قوية انتشرت  
بينهم واستكملت بها اعضاءهم وجوارحهم حتى كأن لسانهم كان ينتظر هذا  
الزمن ليتقدم فيه ويبلغ درجة كمال

ولامانع أن يقال ان مثل هذا التقدم الجديد لم يبلغ درجة كمال الا عند  
الرومانيين فان هذه الامة كانت اقلا فقيرة متبربرة وكانت مسامعهم خشية  
كعوايدهم ولغتهم وحشية جافية كطباعهم ولم يزلوا كذلك الى انحطاط دولة  
قرطاجة فلما تمول اعيانهم وتمكن الصلح في بلادهم ركنوا الى الدعة والبطالة  
ثم خلف هؤلاء المشاهير في اقرب مدة كتاب من الاهالي اخذوا عن اليونان  
الذين استكملت فيهم حاسة السمع ما وثقت بحاسنه اللغة اللاطينية من  
الاتقان الذي لم يكن معروفا عندهم الى ذلك العصر وما زال ذلك متداولاً بينهم  
من قيرانية الى بلوثة ومن ورجيل الى اتيوس ومن الخطباء  
العظام الى قيرون وقل أن مضت مدة خالية عن هذا التحسين والاتقان  
بل كان جل اجتهادهم فيما تحال هؤلاء المشاهير من الازمان اتماماً في تحسين  
اللغة وتهذيبها والامة الرومانية بأسرها نسجت على منوالهم في هذا التقدم  
السريع المنتشر

ولم يكن استكمال الحواس بالنسبة الى اللغة الفرنسية دون ذلك في السرعة  
والانتشار والعيوب التي كانت قديماً في لغة الفرنسية ومكثت مدة طويلة  
بدون اصلاح ولا تحسين لم تستقلها اجماع اسلافهم ولم تعجبها طباعهم الخشنة  
ولم تزل كذلك الى ايام لويز الرابع عشر وبالجملة فالشاعر مالميرب هو  
اقل من اتقن في فرنسا الاوزان الشعرية واصلمها



قظهر وقتئذ أن حاسة السمع استيقظت من غفلتها وافاقت من نغمرتها ونشأ  
بملكة فرانسا الذوق السليم والادراك الصحيح في أيام كورنيل الشهير  
الذى لم تزل أوائل كتبه فيها خشونة اللغة بخلاف تأليفه المتأخرة فأنها اسفرت  
عن قواعد وملح تجميل اليا الحواس والعقول معا ولكن الشاعر راسين توغل  
في هذا الفن العظيم الذى من خواصه تحريك الحواس وتبجيها بالاصوات  
المؤلفة والالخان المتواقة التى تنجذب اليها النفس بما تحده فيها من المطربات  
وملح التخيلات

ثم ان محاسن اللغة المدرونة في الكتب كانت موجودة قبل استكمال اللغة المعنادة  
المتداولة على الالسنه بمدة طويلة كما أن فن التعبير عما في النفس في الجماع  
الحافلة والخطابة على المنابر والتكلم في مجمع المحامين بمعاكم القضاة وفي التيارات  
الكبيرة مكث في التوحش والخشونة بعد ظهور محاسن القصاحة والشعر  
بمدة تزيد على قرن

وقصارى الامر أن جماعة من الخطباء المشهورين وارباب الالاعاب الماهرين  
وصلوا بفن التكلم في الجماع العامة الى اقصى الدرجات وتركوا الخطب  
المذهبية (اى التى يبين فيها الخطيب مذهب في القصاحة لجماعة مخصوصة)  
ولما كان هؤلاء الخطباء يرجعون عما في الضمير لا مهم أن يتعلوا تنوعات  
الاصوات ومقاماتها الطبيعية حتى يعبروا في كلامهم عما يقوم بالنفوس من  
الوجدانيات والاعراض النفسية فوصلوا بقوة هذا الفن الى اعظم عبارة تلايم  
الطبع وتناسب ما في النفس وعودوا الالهالى على ادراك هذه العبارات  
البسيطة وقبولها بحيث لو سمعوا الآن كلام خطباء القرنين الماضيين الذين  
كانوا يأتون في خطبهم بما يلايم اهل عصرهم من المسار والخطوط النفسية  
لمجته اسماعهم وقرت منه طباعهم بل ربما رأوا أن هذه اللغة انما هي من لغات  
الامم الخشنة المتبربرة مع انها كانت لسان اعظم خطباءهم الذين كانوا اذ ذاك  
بمفردة عظيمة مؤلفي هذا العصور ومن ذا الذى كان يظن أن هذه اللغة يلزم  
لتهديها وتحسينها مائة وخمسون سنة حتى ظهرت محاسنها وصارت لغة بديعة

عجيبة حيث وضعها الرباب القرائح الفاتحة والأذهان الرائقة فله درهم من رجال  
استحقوا المدح الجزيل والثناء الجليل بسلامة أذواقهم وجودة قرائحهم  
وقد اسلفنا لك أن الإنسان في صورة ما ذاتعسرت عليه الرؤية بحاسة البصر  
يبدل وسعه في الأصغاء بحاسة السمع ليدرك الأصوات البعيدة ومقامات  
الالحن الدقيقة ومن هذا القبيل العيان الذين يعودون قوة سمعهم على  
ادراك أنواع الدوى والغناء ومعرفة جميع الأصوات التي تظهر فيما حولهم  
ولهذا الأصغاء منفعة عظيمة وهي عدم انقطاعه بتعطّل حاسة البصر وبعكس  
ذلك قد يحصل أحياناً أن من تعودت حواسه الجلوس على وظائفها يدرك بصره  
كيفما اتفق منظر الأجسام وتبقى بقية حواسه معطلة بحيث لا يسمع ما يقال  
حوله ولا يشم الروائح العطرة التي يتكيف بها الهواء بل ولا يحس باللمس  
وهذا هو منشأ ما يستعمله مؤلفوا قطع التيارات والألعاب من الأمور  
السرية مفرحة كانت أو محزنة ولكن لأجل أن تكون هذه الأمور موازنة  
لمقتضى الطبيعة يلزم للناظر المتفرج أن يرى في الحاضرين الذين لا يلزم لهم  
سماعها اشتغالا عنها بأمور خارجية أو بتفكرات نفسية حتى لا يسمعوا  
ما يقع حولهم من الأصوات المرتفعة جداً بحيث تسمع في المحافل الكبيرة  
وقد تكون هذه الأمور السرية بتلك المناسبة بالنسبة إلى حاسة البصر أيضاً  
وذلك إذا اشتد الأصغاء والقاء السمع بالكلية كما إذا سمعت كلاماً فصيحاً ياخذ  
لفصاحته بالألباب ويستميل القلوب إليه فإن حاسة البصر في هذه الحالة  
لا توصل إلى العقل شيئاً من وظائفها بل ربما يذهل السامع عن ذات المتكلم  
نفسه بأن ينسى شخصه وتقاطيعه وحركاته ولا يلتفت إلا إلى مجرى كلامه  
وفي دائرة الجمعية المنحصرة الضيقة يكون تأثير من الكلام أقل فاعلية  
عما إذا كان في دائرة جمعية متسعة ومع ذلك فقد يرى فيها الناس يجيدون الكلام  
أجادة يتحدث في النفس تأثراً بما ينبعث إليها بواسطة حاسة السمع من الأبيسط  
والمسرة بحيث ينسى ذلك ما تنفر منه الحواس الأخرى وتجه  
ومن أهم المعارف بالتسمية الينا تعويد الحواس وانهمالك النفس مرة بعد أخرى

بحسب ما تقتضيه ارادة صاحبها على الاحساسات الجزئية اى احساس حاسة  
البصر وحدها وحاسة السمع وحدها او احساس كل واحدة من الحواس على  
حدتها وكذلك تعويد بجملة منها على أن تحس بعدة محسوسات فى ان واحد  
وتوصلها الى العقل فيحكم عليها ويميز بين اصلها وتأثيرها وبذلك يصير العقل  
مدركا لجميع ما يصل اليه من المعارف على اختلاف انواعها ويمكنه بواسطة  
احدى الحواس أن يدرك ما تقع فيه من الخطاء الناشئ عن ضعف حاسة اخرى \*  
مثلا اذا تأثر انسان من سماع صوت تأثرا شديدا فانه يجتهد فى كونه يعرف من  
تقاطع صاحب هذا الصوت الذى اقترعه ما اوجب حشيه وهيجانه من الاسباب  
التي لا يمكن له علمها من الصوت الذى ازمجه

وكذلك صورة العكس وهى ما اذا ابصر الانسان خطيبا يترأى منه المهابة  
والحاسة وتجذب اليه النفوس فانه يادر بالالتفات اليه لسمعته مع الاصغاء  
التام ولكن ربما ضاع هذا السعى سدى لان فصحاء الخطباء ومهرة اللاعنين هم  
الذين يكون الينا ما تتأثر به نفوسنا من الامور العظيمة المتنوعة وان كانوا  
تارة يرى شخصهم ولا يسمع صوتهم وتارة بالعكس

وقليل من الناس الذين يمارسون الفنون والصنائع من يستعمل قواه العقلية  
فيستولى على العقول بفصاحته ويهيب السامعين بقوة عارضته ويستميل  
اليه القلوب بتأثير عبارته بخلاف ما يليق بالانسان النافع لوطنه العارف بجملة  
نفعه من الكلام المعتاد المتداول على اللسان والمنظر الجامع بين السذاجة  
الثابتة وكونه جليلا غير متكلف يقضى باستئمان صاحبه والثوق به فان ذلك  
يشتمل من حاسة الخطاب وصحة النظر والهيبة والوقار على ما اوجب احترامه  
واحترام وظيفته ايجابا اكيدا بحيث لو اخل به احد عذ ذلك منه خطأ كبيرا  
يستحق عليه العقوبة فهذه الصفة الشريفة هى اللاقة بحال من يعانى الفنون  
والصنائع اذ بها يبلغ فى اى جهة كانت ماله الحق فيه بين الجمعية من الدرجات  
السامية والرتب العالية

وهناك طريقة اخرى فى هذا المعنى تلامي رؤساء القبريات والورش بحيث

لونسجوا على منوالها في مخاطباتهم لاطاعهم من تحت ايديهم من الصناعات  
واحترموهم وتلقوا ما يقولونه بالقبول فالت في اغلب الاوقات ترى رؤساء  
القبريات بمراسا صغيرة كانت او كبيرة يتشاجرون مع الصناعات كثيرا  
ويسبونهم ويطلبون معهم الكلام من غير أن يصادف محلا ولا يترتب عليه  
فائدة بل ربما جرهم ذلك من الهزل الى الجلد وأفضى بهم الى مجاوزة الحد في السب  
والفحش فيسمع لهم صخب وصياح شديد لا داعي اليه الا اسلب واهية  
ومقتضيات هيئة فالأوفق حينئذ بالحكومة المضبوطة ذات القوانين المعقولة  
والاصول المقبولة أن تكون الاوامر في جميع اشغال الصناعة بسيطة واضحة  
موجزة العبارة يجتنب فيها التطويل الا بقدر الحاجة وبالجملة فلا ينبغي للرئيس  
أن يغضب او يصيح او يسب او يؤذي الصناعات لاسيما بالضرب فان الضرب  
يجرد المضروب عن صفة الانسانية ويفضي به الى الاحتقار والهوان بل  
الواجب عليه أن يبين للصناعات عيبه ويوقفه على حقيقة ذنبه ويعينه له  
ما يستحقه على ذلك من العقوبة ولو شديدة فان ذلك أدعى لعدم خضوعه وابتعد  
لتشكيه وتظلمه فان عفائه الرئيس بعد ذلك تضاعفت عند الصناعات معزته  
وعظمت منزلته حيث صفح عن زلته وعدل عن اساءته وعقوبته فهذا هو  
ما يسمى عندي ببلادة الصناعة حيث يتدارك به ما يقع من الخلل وينع من  
الحقد والغيب بل يبعث الصناعات على محبة الرئيس والالتزام اليه

ومتي رأى الصناعات رئيسهم وكلاءه لا يكلمون الا عند الحاجة تأسوا بهم  
ونسجوا على منوالهم فيترتب على ذلك في القبريات حصول الصمت التام  
والنفات كل انسان الى شغله والتفرغ اليه بالكلية بحيث لا يشتغل بغيره  
ولا تتعلق آماله الا به فينشأ عن تفرغ الذهن واعمال الفكرة في اشغال الصناعة  
اتقانها وكمالها وعدم استغراقها من الزمن مدة طويلة

وبهذه الطريقة تتقدم الفنون بالسرعة ويكثر الشغل مع الاتقان لكن  
في القبريات والمعامل التي ليست كسوق الفواكه الذي هو أشبه شيء بصرح  
بابل في تبليل اللسان وتناثر الاصوات

ولم ار أعجب في هذا المعنى مما وجدته في معامل الصناعة بأنكثرة فاني دخلت جميع معاملها الالهية وترساتها الملكية وعماراتها البحرية العسكرية والتجارية فوجدت الصناعات بها على غاية من الهدوء والصمت ورايتهم متفرغين بالكلية لاشغالهم حتى انهم لا يلتفتون الى من يزورهم ولهذا الصمت قائدان الوفير في الفنون الدأخلية والنصرة في الفنون العسكرية

وذلك أن الجيوش التي تتعلم مع غاية الهدوء والصمت تصفى كل الاصغاء لنداء التعليم وتلازم الهدوء في جميع حركاتها وتكون رئيسة نفسها ومثيرة ذلك تظهر اتم الظهور في الحروب البحرية فان القتال في السفن هو اكبر الصناعة واعظمها لانه يلزم لادارة السفينة في البحر وتشغيلها وقت هبوب عواصف الرياح واهوال البحر واخطار جهل من العمليات الميكانيكية الدقيقة الصعبة وكذلك اذا احتاجت لاصلاح ما عرض لها من الخلل وقت انطلاق نار العدو عليها فانها تحتاج لهذه العمليات ولا يمكن اجرا مثل هذه الاشغال مع السرعة والانتظام الا بواسطة الصمت والهدوء ولا مانع من ذكر وقائع بحرية اتصرف فيها من الامم من هو اشد صمتا من غيره بملازمته للصمت وبماسلكه من الطرق التي حافظ عليها في خلال الاخطار ومكابدة الاهوال

وكثير من الملل من هو متعود بالطبع على الصمت اكثر من غيره كأمم الاقطار الباردة من الولايات الشمالية فنجدها الى جنوب فرنسا اكثر كلاما من سكان المركز كما أن سكان المركز اكثر كلاما من سكان الشمال واهل فلندرة الفرنسية يتحصل الصمت عندهم بأدنى اشارة وكذلك النورمنديون والبروتونيون الا انه لا بد في تحصيله عندهم من نوع تعب ومشقة بخلاف الغسقونية واللغودية فليتال الانسان منهم السكون والصمت الا اذا كان بمكان من التحيل والمهارة العجيبة واما اهل اقليم برونسة فنجدها الحيلة في اسكاتهم بعد من المعجزات وقد عاينت ذلك بنفسي في الشغالة العسكرية الذين وجدتهم في شمال فرنسا وجنوبها هذا والذي ا قوله انه لا يسعني أن امنع الغناء في القديرات والاشغال كما منعت

فيها كثرة اللفظ والكلام

وذلك لان ما أسلفناه من الوزن والقياس يسهل على الانسان مشقة الشغل ويخفف عليه ثقل الحرب وصعوبة السير وشاهد ذلك أن العسكري اذا مشى على حركات صوت الطرمبطة او المويستى سهلت عليه الطريق واذا كان في الحرب وسمع صوت الآلات الحربية ازدادت حيلته وقوى نشاطه وهبته وكذلك الحزرات الذي يحرث الارض بحراثته تسهل عليه صعوبة اشغاله اذا مضى على حركات غنائه واوزن ترغماته والملاح يسلي اصحابه من الملاحين بالغناء فتذهب عنهم السآمة بسماع غنائه وبه تسهل عليه اشغاله البحرية وكذلك الصانع الميكانيكي فانه بالغناء والترنم يحاول اخفاء مشقة الحركات المتتالية المستمرة التي تستدعيها صنعتها فاللحان ولو كانت خشنة فيجبه الترنم جدا ثورث اقرب الحواس من مركز الاحساس رياضة تسهيل العقل وتجذب حركات النفس الى الآلة التي عليها مدار شغل الصانع حتى تكون غطامه وجوارحه في ذلك الشغل بمثابة عتلات وحبال لانهاية لها لنتيج عن عمله محصولات واحدة وكل شغل يستدعي اجتماع عدة شغالة فلا بد أن يغنى فيه احدهم بغناء موزون يسمعه الباقى حتى تزداد قواهم وهمتهم ويوفوا بشغلهم مع السرعة بدون سآمة ومن هنا كان مدار اشغال الفنون والصناعات على المويستى حتى ان القدماء الذين كانوا يمينون حقائق الاشياء باشارات وعلامات تدل عليها قالوا ان الاجار التي كان يبنى بها سور مدينة طيبة كانت ترفع وتوضع في محلها عند ترنم انفيون بالاعاني والالخان حيث كانت مطربات صوته الحسن تسهل في هذه العمارة الكبيرة على الشغالة ما كانوا يكابدونه من المشقة ومعاونة العمل ولما بينا تأثير الكلام وتقدماته الناشئة عن استكمال حاسة السمع مناسب أن نردف ذلك بالكلام على التقدّمات الحاصلة عن الغناء والمويستى وبيان تأثيرهما في طبيعة الشغالة وطبائع الامم فنقول ان القدماء كانوا يقصدون تعليم اولادهم فن المويستى تهذيب اخلاقهم التي ربما كانت تكتسب الخشونة واليأس من رياضاتهم البدنية الشديدة

فكانت الموسيقى احد اصول التمدن عندهم لما انها اخذت في الظهور على  
الحيوانات المهولة وذلك بانغمات عود اورقة ثم هذبت اخلاق اوائل سكان  
احدى ولايات الدنيا العظيمة وسهلت عليهم اشغالهم وزادت مسارهم  
وحظوظهم وبواسطة العود المذكور تطبقت عليهم اشعارهم بالتلحين وحسن  
التوقيع وصارت بها اعيادهم ومواسمهم تأخذ بالالباب وتبدى من انواع  
خالص الطرب العجب العجائب

هذا ولا مانع أن الامة الفرنسية لو حاولت هذا الفن وعارسته حتى بلغت  
فيه ولو درجة متوسطة لم يكن هنالك من الامم المتقدمة من يضاهيها في تقدماتها  
في ذلك او يديها في سلوك تلك المسالك وليس عدم التفاتهم الى الموسيقى  
قصورا منهم اذ فهم من ارباب الفنون والصناعات الماهرين من يطربهم بحسن  
الانغامه واثاثه عليهم اشعار النسيب وما في معناها ومنهم من يشرجيتهم بأشعار  
الحماسة ونحوها وفهم من يتأثر طربا بسماع الاغاني والالخان واول من أدخل  
عندهم فن الموسيقى هو ثرمانيا وبعد ذلك بقرنين لما اجتمع الفرنسيون  
والنورمنديون وأرادوا التغلب على انكلترا ساروا الى قتال العدو في الغزوة  
التي اتصروا فيها على الانكليز واثاثيد الحماسة تقودهم حيث كانت تشد  
أمامهم قصيدة رولاند كما كان عليه اسلافهم الاقدمون ولم تزل ذرية هؤلاء  
الابطال تحذو حذوهم في جميع الوقائع الشهيرة التي حصلت في الازمان  
المخلدة المذكر حيث وقع ذلك منهم واغاني النصره واشعار الحماسة تشد

بين ايديهم

وبما ذكرناه لا ينبغي أن يظن بالفرنسيون أن عدم قبولهم لمثل تلك الموهبة  
الالهية لاختلال في بعض حواسهم بحيث تكون لا قابلية فيما يسمعون الاصوات  
الخالصة من الموسيقى المحكمة ولا لاسماعها لغيرهم اذ التجربة تقضي  
بإعلان هذا الظن حيث انه يشاهد الآن انه يخرج من فرانساعة مغنيات  
ومغنين يملون بالطبع الى ما هو جار في عصرنا هذا من اعتقادات الصبيان  
واوهامهم وليس عليهم في الوصول الى درجة الاسطوانات الماهرين بالبلاد

التي وراء الجبال الآن يلحقوا بأواخر اسمائهم احد حروف ثلاثة من حروف لغتهم المتحركة وهى **أ و اى** والاخير اكثرها استعمالا في ذلك فلو كان يمكن منع الاطفال الفرنساوية من مبدء صغرهم عن سماع الاصوات المختلفة حتى يرتب لهم معلون يعلمونهم فن الموسيقى لغنوا على طبق اصول ذلك الفن بدون احتياج الى كبير ممارسة لكنهم من حين ولادتهم تلاعبهم داداتهم والمراضع ويغنين لهم باصوات واهوية تجمها سماع الكبار وتبصر رمنها كل الاضرار فكيف بالرضعاء الغضة اجسامهم اللينة اعضاءهم بل قد يسمعون في كائس مدن فرانس و حاراتها بل وفي تياتراتها من هو كالمراضع والدادات في قبح الصوت ورداءة النغمة

واما بلاد ايطاليا فالامر فيها بالعكس فان الاطفال من حين ولادتهم لا يسمعون الا اصواتا لطيفة رقيقة تطبع في آذانهم حسن نغمة لسان كاه مويقي فلا يسمعون في الحارات والهياكل والتياترات الا اصواتا خالصة متناسبة فبذلك تربى فيهم حاسة السمع من نفسها بخلاف الاطفال الفرنساوية فيلزم لذلك فيهم أن ينسوا ما سمعوه حال صغرهم اولاً من الاصوات المختلفة ويحوا من حافظتهم جميع ما انطبع فيهم من آثارها

و يلاحظ في هذا المعنى ايضا أن استكمال القوى البشرية متوارث وليس هذا مقصورا على النوع البشرى بل هو عام في سائر الحيوانات فقد ثبت عند الضيادين منذ مدة طويلة أن الكلاب الصغيرة المتعوده على الصيد اكثر صلاحية من غيرها من الكلاب الصغيرة التي لم تتعود على الصيد ولا تتبع المصيد وجلبه وكذلك صغار الحيوانات الوحشية تكون مثل كبارها في التوحش فلوا أخذت من مبدء صغرها وتربت مع حيوانات صغيرة من نوع الحيوانات الوحشية الا أن اصولها كانت قد تربت في التأنس حتى صارت اهلية لتطبع بطباع مختلطة بين الوحشية والاهلية لا توجد في الحيوانات التي تربت معها فكذلك الاطفال المتناسلة من أمة لم تتعود على الغناء الايسر يكونون في هذا الفن على اقل قليل من الضبط والسهولة



فهذا هو السبب في كون الفرنسية لا يمكنهم أن يغنوا مجتمعين او منفردين الا اذا مارسوا هذا الفن بالتعلم مدة طويلة بخلاف الايطالية والفرنسية فان عاينهم يعرفون ذلك حق المعرفة بدون احتياج الى موقف والذي أراء أن هذا العيب الذي ينجس بالامة الفرنسية بالنسبة لغيرها من الامم يمكن ازالته في اقرب وقت وذلك بتجنس الاكلات النخلة عن الضرب الا بالآلات مضبوطة حتى يمكن بواسطة بعض دروس أن يتحصل ولومن العيان على شئ من الضبط والانتظام في فن الموسيقى الذي هو اقوى ما يؤثر في الاسماع المدركة للالحن ولا عبرة بمن لا يعرف من اول هذه منفعة هذه الاهتمامات واهميتها كيف وهي مما تكسب الاخلاق حسنا ولطافة وتورثها بهجة وظرافة ويرد بها ارباب الفنون والصنائع في الحظ موارد راقية وتذهب بهم من انبساط النفس الى مناهل عذبة سائغة تجامع رقة طباع ارباب الرغبة وتمارح لطف اهل المودة والمحبة مما أحق من لا يدرك منفعة هذا التغيير وطيب ثمرته وما جهل من لا يشعر بعظيم اهميته وحسن فائدته

ولكنم الكلام فيما يخص الذوق بالنسبة لفن الموسيقى عند الامم المتبررة والامم المتعددة بيان ما ثبت لهذا الفن من التقدم الشبيه بما سلفناه في شأن الاشكال والالوان فتقول

انه لاجل الكلام على حاسة السمع عند الامم المتبررة وتشغيل قواهم الخشنية تقول انه يلزم لهم اصوات مزججة وغناء مهولة كصوت الصنج عند العثمانية وهو المعروف بالتقارية وصوت الطبل المعروف بالبلدى عند اهل افريقية فترى الخشنة منهم عند سماع اصوات هذه الطبول المزججة تقتض على العدو عند الهزيمة ويذبحه ويأخذ بجثته ليهد بها الى حاكمهم المطلق التصرف فيجعلها اليه مع الشتم والتعاطف فيقبلها منه احسن القبول واما الامم التي على شطر من القذون فان الشعور ببعض الفنون المستظرفة عندها يحدثان في الشخص تأثرا وانفعالا بالاصوات التي لم تبلغ نهاية الخشونة والتنافر أما ترى أن من مار القربة عند الكاليدونية ومن مار البرونسية

الذي ليس له الا ثلاثة تقوب وطبل الباسكية هو ما اختاره هؤلاء الامم من الآلات وكذلك نوبة موميس فانها وان كانت اقل تأثيرا واخفض صوتا الا انها مألوقة مرغوبة فقد كانوا يصحبونها بمن يشد عليها المدائح من شعراء المدح ويحملون على جيوش الاعداء حلة منكزة بدون مبالاة ولا تدبر وفي اليوم الثاني حين يدعو الغالبون المغلوبين الى حضور موسم النصر لا تجدد عندهم الالهة النوبة فهي التي عليها المدار في مواد افراح النصر من الرقص والسباق والغناء والالعب التورنوازية هـ كذا كانت اذواق اهل القرون الوسطى وحفظهم

واما الامم الكاملة القمتن التي كان فيها الانسان من مبدء صغره يتعود على صرف حياته فيما يقتضيه حب الوطن فلم تكن ك كذلك بل كان دأبها ملازمة الصمت وسكون الشجعان فلم يكن لجيوشهم القوية الملازمة للسكون طبق الاصول الا حركة الفكر والتدبير لا حركة الجمية الغضبية و كانوا يتوجون بالازهار كل من طلب من العساكر حيازة الفخر ولو بالموت وكانوا يقتربون القرايين العديدة للموز (وهم عند القدماء آلهة الآداب وكانوا تسعة) وكذلك للغراس (وهن صواحيبات الزهرة ويعنون بهن محاسن الحياة) ويشهرون على العدو أسلحتهم الجزوم بنصرتها وتتو بحبها بشجر الغار فكانوا لاجل منع الخشونة أن تقضى بهم الى الجمية والاختلال يسرون الى القتال على نم الآلات المطربة وهكذا شأن الإبطال اذا أرادوا الظفر بالعدو يذلون وسعهم حتى لا تغلب عليهم الجمية واضطراب الحواس في واقعة ترموبواس (التي كانت بين اليونان والعجم) ملك ليونيداس (ملك اسبرطة) واصحابه وكانوا ثلثمائة رجل من ذلك مسلحاه استحقوا بقاء الشهرة وتخليد الذكـر قبل أن يتحقق لهم ذلك بالفعل وتركوا للناس بعدهم ما يجب أن يتأسى به على مدى الايام في صفى الشجاعة وحسن الاخلاق الناشئين عن التربية التي بها تكمل العقول وتقوى القلوب وتتكامل جميع الحواس وبما أبدىناه في هذين الدرسين من الادلة الناقصة تبين لك ما ينشأ عن الاهتمام

الذى به يقل نقصان الحواس ويضمحل بالتدريج ضعفها من التعلم واكتساب  
المعارف عند جميع افراد الناس على اختلاف درجاتهم وبقين ايضا انه بواسطة  
هذا التعلم المنتظم يمكن الزيادة في اصلاح الجسم والعقل واستكمالهما معا  
وكما تقدمنا في تكميل الآلات التى تنوب عن ضعف اعضائنا وعدم استكمالها  
استكشفنا استكشافات جديدة واتسعت عندنا دائرة المعارف البشرية  
وكذلك كلما كملت الحواس التى هى آلات طبيعية للعقل اتسعت دائرة الامور  
الخارجية التى يمكن للعقل ادراكها والوصول اليها وكما ارتقت الحواس درجة  
في الاستكمال ثبت نظيرها للاعمال العقلية وبذلك تكون سلطنة العقل  
مؤسسة على قواعد صحيحة ودعائم متينة

ومن هنا يمكن لكل انسان أن يرقى في المعارف الى أعلى درجة وكذلك كل امة  
يمكنهم أن تتقدم في الصناعة تقدما عظيما وتتسع عندها دائرة التمدن وان تكون  
في اول درجة بين الملل المقتدى بها في شرف النوع الانساني وتغشاه  
فهذه هى الدرجة التى ينبغى أن تكون جميع مجتهوداتنا وسائر رغباتنا مبذولة  
في تحصيلها بالبلدان وابناء ملتنا \* ولا ينبغى أن يكون ما عليه هذا الغرض من  
فرط العظم وبعد المال مرهبا لضعفنا ومانعا لنا عن التثبت بتحصيله فان كل  
من جتد وجد وبقدر اجتهاد المرء وقابليته \* يحوز من ذلك الغرض على حسب  
طاقته \* فلنجتمع لاجله مجتهوداتنا \* ونضم لنيله رغباتنا \* ولأجل الاستمرار  
وعدم التنبيط \* فنجاوب في النجاح التردد والقنوط

\*( الدرس الثالث ) \*

( في الكلام على قوى الانسان الطبيعية )

لا يمكن للانسان أن يستعمل قواه الطبيعية في غرض من الاغراض  
الا في مدة قصيرة من الزمن فهو محتاج لتعويض ما فقد منها بالشرب والاكل  
والنوم وبالاستراحة حال اليقظة واغلب الناس لا يعوض ما فقد من قواه  
بالنوم الامرة واحدة في كل اربع وعشرين ساعة أعنى مدة الليل كاهل  
الارياف وكثير من ارباب الصنائع واولاد البلد المقيمين بالمدن الكبيرة واتما اكابر

الناس فيعدون الجزء الأول من الليل للسهر وصرف القوى في المسامرات  
والحظوظ لافي الشغل بل في زمن الصيف تجد كثيرا من ارباب البطالة لا ينتم  
الا في النهار فقط

وفي بلاد الافرنج كثير من الشغالة يجبرهم حرفهم وصنائعهم على الاشتغال  
في الليل دون النهار كأرباب الصنائع الدنيئة التي يحل ذكرها بالأدب  
فانهم لاجل الطمأنينة والامن على أنفسهم لا يشتغلون بها الا في الليل  
طلبا للستر

ولا ينبغي أن الاشغال الليلية لا تلايم الصحة كالا شغال النهارية لان ضوء الشمس  
مما ينعش الشغال ويقويه

وفي البلاد الحارة كجنوب ايطاليا واسبانيا والبرتغال يضطر الشغالة  
في مدة الصيف الى ترك العمل وقت الظهيرة عند اشتداد الحر ولا يشتغلون  
حينئذ عن النوم وهو ما يسمى بالقبولة وبعد هذا النوم القصير بالنسبة  
لنوم الليل يعودون الى العمل باجتهاد وهمة جديدة

ثم ان الانسان في الاوقات التي اعتادها للعمل تارة يلزمه ان يعمل عملا وقبسا  
كبير في مدة قصيرة منها وتارة يلزمه ادمان العمل في جميعها

واقبل الاعمال كلفة على الانسان هو مشيه بدون أن يحمل شيئا غير جسمه

واذا سار الانسان السير المعتاد قطع في الساعة الواحدة المسافة التي

ككان يعتبرها الاقدمون وحدة قياس لتقويم المسافات السفرية وهي

الفرسخ لكن مما يستبعده العقل ككون الفرسخ عندهم كان على اثني

عشر نوعا مختلفة أقصرها فرسخ البريد اي البوسطة فانه من الطول على

٢٠٠٠ نوازة اي ١٢٠٠٠ قدم وهو تقريبا ٤٠٠٠ متر اي ٤

ككيلومترات فاذن الكيلومتر ربع فرسخ من فرائض البريد ثم الفرسخ الذي

تعادل الدرجة منه ٢٥ فرسخا معتادا اي ٤  $\frac{1}{4}$  كيلومتر ثم الفرسخ

البحري الذي تعادل الدرجة منه ٢٠ فرسخا معتادا وهو يساوي

٥  $\frac{1}{4}$  كيلومتر

وفي عدة اقاليم من اقاليم فرنسا يطلقون الفرسخ على المسافة التي يقطعها  
المسافر الاجل المسرع في السير الذي لا يحمل شياً في ساعة واحدة وهو دائماً  
يزيد على فرسخ البريد واقل، ما تبلغ زيادته النصف فعلى ذلك يقطع المسافر  
الجاد في السير في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات اذا كانت طريقه  
مستقيمة فتكون مسافة سيره في الدقيقة الواحدة ١٠٠ متر ومقدار  
الخطوة في الطريق المذكورة ٨ ديسيمترات فعلى ذلك يقطع المسافر  
في الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وفي الساعة ٧٥٠٠ خطوة  
فيمكن للمسافر أن يسير في كل يوم ثمانى ساعات ونصف ساعة بدون أن يضطر  
بصحته ولا يقواه

وقد دلت التجربة على ان المسافة المتوسطة التي يقطعها المسافر في اليوم  
الواحد بدون تعب ولا مشقة تبلغ ٥١ كيلومترا  
وزنة المسافر المتوسط مع ملبوساته المعتادة تبلغ ٧٠ كيلوغراما في اليوم  
الواحد ينقل المسافر ما يعادل ٧٠ كيلوغراما في مسافة تساوى ٥١  
كيلومترا او ينقل ٣٥٧٠ كيلوغراما في مسافة كيلومتر واحد  
وليس جميع الناس في السير على حد سواء فان أهل الارياض وسكان المدن  
الكبيرة اشد في السير من غيرهم لانهم متعودون على قطع المسافات  
الطويلة دون غيرهم

ولتربية دخل عظيم في التمرن على السير كما سنذكره في الكلام على العساكر  
الرومانية

وذلك أن نعود الى جبال على المشى معدود من الاصول الجهادية التي يترتب عليها  
النجاح والظفر كما يسير الى ذلك مارشال دوسكس بقوله ان فن الحرب  
في السيقان وغرضه من هذه العبارة بيان أن المشى له تأثير في العمليات  
العسكرية فلذا كانت قوانين الجهادية تعتق أن الاعتناء بتعيين طول الخطوة  
وسرعتها ثم تين المسافة اليومية

فان الخطوة عند الجهادية اربعة انواع العادية والسريعة والسفيرة وخطوة

المهجوم \* فالعادية هي ابطء الجميع فان العسكرى لا يقطع منها في الدقيقة الواحدة الا ٧٦ خطوة وطولها ٦٥ سنتيمترا ومثلها في الطول السريعة ويقطع منها العسكرى في الدقيقة مائة خطوة والسفريه دونها في السرعة يسير واما خطوة المهجوم فهي قريبة من خطوة المسافر الراجل الذي يقطع في الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وينتج من ذلك امور أحدها أن الجيش اذا سار بالخطوة العادية لا يقطع في الساعة الواحدة ٣ كيلومترات كاملة (بل يقطع ٢٩٦٤ مترا) \* ثانيها انه اذا سار بالخطوة السريعة يقطع في الساعة الواحدة ٤ كيلومترات تقريبا ثالثها انه اذا سار بخطوة المهجوم يقطع في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات تقريبا

وبين العساكر الانكليزية والعساكر الفرنسية تفاوت عظيم في النوعين الاولين فان العسكرى من عساكر الانكليز يسير بالخطوة العادية في الساعة الواحدة ما يزيد على نصف كيلومتر وبالخطوة السريعة ما يزيد على كيلومتر بخلاف العسكرى الفرنسية فانه دونه في ذلك ويسير الانكليزي ايضا بخطوة المهجوم في الساعة الواحدة ٥  $\frac{1}{4}$  كيلومترات ولكن في صورة ما اذا اقتضى الحال أن العسكرى يسير على هوى نفسه بحيث يكون في سيره حراً غير مكلف يفوق الفرنسي الانكليزي كما يفوقه ايضا في التجلذ على ادمان السير والمواظبة عليه في صورة ما اذا كان مكلفا بنوع مخصوص ومنشأ ذلك عدم تعود الانكليزي على السير ارجلا

وقد كان الرومانيون الذين كان معظم اشغالهم الحرب والقتال يرون أن استيلاءهم على الدنيا يقامها متوقف على تعويد عساكرهم على ما ليس عند غيرهم من القوة والسرعة في السير فادركوا بذلك من الاغراض العظيمة ما تستبعده العقول الآن ولا يكاد يصدق ان انسان وقد ذكر المؤلف ويمس في كتابه الذي ألفه في الخدمة العسكرية الرومانية أن العسكرى من عساكر الرومانيين كان في مدة التعليم يقطع عادة في ظرف خمس ساعات مسافة ٢٠

فرحنا فصاعدا الى ٢٤ مع حمله من الاثقال مايساوى تقريبا ٢٩ كيلوغراما الى ٦٠ رطلا افرنجيا وذلك بالنسبة الى العشرين فرحنا التي هي ثلاثون كيلومترا يساوى كمية ٨٧٠ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد وبالنسبة الى الاربعة والعشرين فرحنا يساوى كمية ١٠٤٤ كيلوغراما تنقل ايضا الى مسافة كيلومتر واحد

وفي الصورة الاولى كان العسكرى من الرومانيين مع حمله لهذا الثقل العظيم يقطع ٣٠ كيلومترا في خمس ساعات اى انه كان يقطع في الساعة الواحدة ٦ كيلومترات وذلك يزيد كيلومترا على سير العسكرى الانكليزي بالخطوة السريعة

وفي الصورة الثانية كان مع حمله للثقل المذكور يقطع ٣٦ كيلومترا في خمس ساعات اى انه كان يقطع في الساعة الواحدة ٧ كيلومترات وخمس كيلومتر بمعنى انه كان يقطع في الساعة الواحدة مايسمى الآن بالبوطة اى البريد

وعليه فالعسكرى من الرومانيين بالنسبة لسيره وحمله الثقل المتقدم يضاهى تقريبا سرعة سير عربات السياحين التي تسير في طرق فرانس المختلفة وما ينبغي التنبيه عليه أن الذين كانوا يسرون هذا السير السريع من الرومانيين كانوا جيوشا كاملة لا اناسا متفرقين كل على حدته

ويمكن أن نعرف بالسهولة المنافع التي عادت على الرومانيين من هذه السرعة العظيمة التي اكتسبتها عساكرهم في السير ولولا خشية المعارضة لقلت ان طائفة المشاة المؤلفة من مثل هؤلاء العساكر هي كطائفة الخيالة الحقيقية لوجود سرعتها المتوسطة فيما نحن ثم ترى في تاريخ قيصر ( رئيس جمهورية الرومانيين ) أن جيوشه كانت تجول في بلاد الغلبة من جهة الى اخرى مع السرعة الشديدة وتقابل اعداء كثيرين وتواجههم بالاغارة وكانت في أغلب الاحوال تظفر بهم بسبب هذه السرعة

ولم يتفق لاحد من رؤساء العسكرية في الاعصار المتأخرة انه ألزم جيشه بالاسراع في السير اكثر مما عينته في ذلك اصول الجهادية مما يلازم حفظ قوى الانسان ولا يضرب بحمته وقد اقتضى الحال غير مرة أن الجيوش الفرنسية والفرنساوية في الحروب الاخيرة أبدت في سيرها العجب العجيب من حيث السرعة وطول المسافة الا انهم لعدم اعتنائهم بشأن المؤونة والنوم والنعال والملابس العسكرية عاد ذلك عليهم بالضرب فانهم مع نصرتهم على العدو هلك منهم اكثر مما هلك من المغلوبين

ويؤخذ مما ذكرناه من التفاصيل اليسيرة انه يربح تكميل السير العسكري بحيث يبلغ درجة الكمال فانه لا مانع من تجديد غرائب الرومانين في هذا المعنى او ما تارب ذلك بقدر الامكان حسبما تقتضيه احوال الاعصار المتأخرة من الرفاهية وحسن التربية في انتظام الجيوش

وذلك اتى الوفا بلنا الآن سير العساكر الرومانية بسير اقوياء الشغالين من أهل عصرنا كالغاليين والخرمسية الطوافة ولم تقتصر في ذلك على اعتبار مجرد السير الى مسافة بعيدة غير ملتفتين الى ما معهم من الاثقال المحولة بل لاحظناهما جميعا كان حاصل ضرب الثقل في المسافة المقطوعة هو عين النتيجة النافعة المطلوبة للعامل

وقد بحث المهندسين الشهير كلب صاحب المعارف الوافرة الذي ابدى فيما يتعلق بالقوى البشرية عبدة ابجاث مفيدة مهياً في الكلام عليها تفصيلاً فلم يجد في الجبالين من ينقل من بيت الى آخر مسافة ما بينهما كيلومتران اجمالاً زنة كل حمل منها ٥٨ كيلو غراما اكر من ست مرات في اليوم الواحد

وهذه المسافة التي يقطعها الجبال ست مرات في اليوم عبارة عن نقل ٥٨ كيلو غراما ست مرات الى مسافة تبلغ كيلومترين او نقل ٦٩٦ كيلو غراما الى مسافة كيلومتر واحد

فاذا فرضنا الآن ان العسكري الروماني كان مجبوراً على أن يعمل في سيره



عمل الجمال قلنا انه لا يتقل في الواقع ونفس الامر الا نصف ما يتقله الجمال ولا يمكنه أن يرجع ما شاع على قدميه لنقل جل آخر من مسافة كيلومترين الى اخرى مثله وانما كان يحمل ما يساوي ١٠٤٤ كيلوغراما في مرة واحدة الى مسافة كيلومتر واحد بخلاف الجمال فانه لا يحمل الا ٦٩٦ كيلوغراما وعليه فالحسرى من الرومانين كان يسير في ظرف خمس ساعات مسافة كيلومترين ثماني عشرة مرة في مقابلة ما يقطعه الجمال في اليوم بقامه اثنتي عشرة مرة نصفها بالجل ونصفها بدونه

وقدر آي كلب بمقتضى ابحاثه أن الخردجى الذى يطوف يضاعته في طرق فراتسا يمكنه حمل ٤٤ كيلوغراما ونقلها الى مسافة ٢٠ كيلومترا بمعنى انه يتقل ٨٨٠ كيلوغراما الى مسافة كيلومتر واحد وذلك أقل من عمل الحسرى الرومانى الذى يقطع مسافة ٣٦ كيلومترا مع جل زنته ٢٩ كيلوغراما واكثر من عمل الجمال

فاذا أضفنا الى عمل الجمالين حاصل ضرب ثقل اجسامهم في المسافة المقطوعة وجدنا مقدار المأذنة المنقولة في اليوم الواحد يعادل كيلومترا واحدا الى مسافة أربع ساعة تقريبا

فالمسافة بالنسبة للفرنساوى السائر بدون ثقل = ٣٥٧٠ كيلومترا وبالنسبة للحسرى الرومانى الحامل لثقل زنته ٢٩ كيلوغراما = ٢٩٧٠ وبالنسبة للخردجى الحامل لثقل زنته ٤٤ كيلوغراما = ٢٢٨٠ وبالنسبة للعناب الحامل ٥٨ كيلوغراما = ٢٣٧٦

فترى في النتائج الثلاث الاول أن مقدار عمل الانسان يقص بزياة الحمل فينتد لاتكون كمية العمل اليومية ثابتة على حالة واحدة وفاقا لما قاله دانيال برنولى احد مشاهير علماء الهندسة والطبيعة

واول من عرف التفاوت الذى يوجد في مقدار العمل مدة اليوم فحماه هو الشهير كلب واستنبط ذلك من استعمال قوة الانسان مدة يوم كامل على الوجه والسرعة اللذين بهما تنتهى تلك القوة

ثم انه من الآن فصاعدا ينبغي مزيد الاهتمام بالملاحظة والبحث عن كل مادة تعود بالنفع التام على اشغال الفنون الميكانيكية فيجب على رئيس المعامل وناظر الورش والفريقات أن يسعى في تحصيل ما لا بد منه للشغلة مع المحافظة على القوى حسب الامكان فيلزمه أن يعرف حق المعرفة من الوسائط ما يترتب عليه في جميع الاحوال نتيجة عظيمة لا تحتاج الى صرف كثير من القوى

ولترجع الى الكلام على نقل الاتصال فوق ظهور الرجالي والسير بها على طريق انقبة اى على ارض مستوية فنقول

قد أثبت كلب بما أبداه من الملاحظات هذه القاعدة الاسمية وهي انه متى جعلت كمية السير الواقع من الانسان الذي لا يحمل شيأ قاعدة فالأفعال التي يحملها تكون مناسبة لما يفقد من تلك الكمية عند سيره وهو حامل للاتصال المذكورة

فاذا فرضنا أن الجمال لا يسير الا حاملا دائما كالحردبجى الذى يطوف الطرق الكبيرة كانت زنة الحمل المعادل لكمية العمل اليومية على ما أثبتته كلب ٥٠ ر ٤ كيلوغرامات وكانت المسافة التي يقطعها وهو حامل لهذا الحمل تزيد على ١٨ كيلومترا وعليه فأقصى ما تبلغه قوته اليومية يعادل ٩١٩ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد

ومن المعلوم أن هذه النتائج لا تتفاوت بينها وبين النتائج التي أثبتتها ارباب الصنائع للخرارية الطوافة الا بمقدار يسير وذلك أن جمالهم لا تنقص عن الحمل المعتاد الا بمقدار  $\frac{1}{4}$  وكذلك النتيجة النافعة التي يبدونها هؤلاء الخردجية لا تنقص عن اعظم نتائج الجمالين الا بمقدار  $\frac{1}{4}$  ولعل هذا الجزء الناقص الذى هو  $\frac{1}{4}$  انما تنقصه الخردجية قصدا لتنقص يومية عملهم جزأ يسيرا لا تعجز قواهم عن تأديته لانه بهذه الطريقة يمكن للانسان اذا ضعفت قوته في بعض الايام عن العادة أن يتم سيره المعتاد مع حمله المعتاد بدون أن يفقد جميع قوته

وهذا من خواص النتائج الكبيرة والصغيرة التي يمكن بها تغيير مقدار المواد التي  
تتركب هي منها بدون أن تغير النتيجة المطلوبة كما ذكرناه من المهم لأرباب  
الصناعة معرفة الخواص التي يترتب عليها اعظم النتائج فان الابتداء بمثل تلك  
الخواص المنتجة لهذه النتيجة العظمى يعطينا سعة وفسحة عظيمة بحيث  
يكون في وسعنا تغيير المواد الاصلية بدون أن يحصل في النتيجة تغير لا يقدر  
معلوم

ولك أن تثبت هذه المسئلة المستبطة من مثال الجمال بوجه آخر بأن تفرض  
أن هذا الجمال يجرد من نفسه الحاجة او الميل الى حمل ثقل اقل من حمله المعتاد  
لكن مع صغر المسافة فعوضا عن كونه مثلا يحمل حملا قدره ٤٤ كيلو غراما  
يحمل حملا قدره ٥٣ و ٦ كيلو غراما وهو يزيد على الحمل الكبير المعتاد  
بمقدار  $\frac{1}{18}$  فتجد حينئذ نتيجة نافعة تساوي  $\frac{1}{4}$  ٩١٦ كيلو غراما  
فهي ان لا تنقص عن النتيجة الكبرى ولا يقدر  $\frac{1}{334}$

وهذه الخاصية المهمة النابتة لتلك النتائج الكبيرة والصغيرة انما يعرفها حق  
المعرفة من له رسوخ قدم وفرط مهارة في حسابات التفاضل والحسابات البالغة  
مقادير كاملة واتما من كان في معرفة تلك الحسابات على درجة لا تنقص  
في الوقوف على حقيقة هذه الخاصية فينبغي له أن يتلقاها بالقبول ويأخذها  
قضية مسلطة وانما نهم بيان أهميتها وتوضيح حقيقتها بعدة أمثلة متنوعة  
فنعول

اي مانع من العدول عن فرض ان الجمال لا يسير الاحمالا الى تقسيم يومه الى  
ذهاب واياب يكون فيهما على الدوام حاملا وغير حامل فيغير بذلك موضوع  
المسئلة فاذا ن لا تكون النتائج واحدة في صورة ما اذا أريد معرفة النهاية الكبرى  
التي يحدثها الانسان باستعمال قوامه مدة يومه ويكون الحمل الذي يحمله الجمال  
كيلوغرام كيلوغرام  
مساويا ٢٥, ٦١ وهذا في النتيجة الكبرى عبارة عن ٤, ٦٩١ منقولة  
الى مسافة كيلومتر واحد

وقد شاهدنا أن الجمال الذي لا يعمل إلا بموجب قوانين الصناعة انما يرغب في حمل متوسط يبلغ ٥٨ كيلو غراما وهذا الحمل لا تفاوت بينه وبين الحمل المعتاد الا بمقدار  $\frac{1}{4}$  لكن مقتضى ما ذهب اليه كلب أن كمية العمل الكلية لا تفاوت بينها وبين النتيجة الكبرى الا بمقدار  $\frac{1}{4}$  وذلك مما يؤيد أن النتيجة سواء كانت كبيرة او صغيرة تثبت لها خاصية التفاوت اليسير جدًا بينها وبين اصولها المترتبة هي منها ما لم تتجاوز تلك الاصول بعض حدودها وحيث تكلمنا على صورة ما لو غرض أن الانسان يسير في طريق اتقية حاملا او غير حامل وجب ان تتبع ذلك بالكلام على كمية العمل التي يحدتها في صورة ما اذا سار في طريق منحدرة او صعد على نحو سلام مبتدئين بالصورة الاخيرة من هاتين الصورتين فنقول

إن المهندس كلب الذي لا يزال نستمد منه كثيرا من المعارف التي تصلح أن تكون قاعدة لهذا الدرس حدد على الوجه الآتي كمية العمل التي يحدتها الانسان حال صعوده على السلام بدون أن يحمل شيئا فجعل مقدار الارتفاع الذي يصعده في الدقيقة الواحدة على سلام لا يزيد ارتفاعها الكلي على ٣٠ مترا ١٤ مترا

فاذا قلنا ان الحمل المتوسط يعادل ٧٠ كيلو غراما مكررة اربع عشرة مرة ومرفوعة الى مسافة متر واحد دل ذلك على كمية العمل التي يحدتها الحامل حال صعوده على سلام افريجية في ظرف دقيقة واحدة فاذا قلنا ايضا انه يمكنه المداومة على هذا العمل مدة اربع ساعات من الاربع والعشرين ساعة كان قياس كمية عمله اليومية ٢٣٥٠٠٠ كيلو غرام مرفوعة الى متر واحد من الارتفاع وهذا التحديد الذي ذكره المهندس المذكور انما هو بمثابة نتيجة فرضية بسيطة وسأتي لك في النتائج التي يمكن نظامها في سلك النتائج الصحيحة المتعلقة بقوى الانسان ما حصرناه في هذا المعنى من الحسابات التي تجبر ما في ذلك من الخلل باصلاحه وتحريره

وحيث لم نجد أدلة كاملة في شأن الجمالين الذين يصعدون السلام لزم أن نبعث

عما يلزم لهم من الزمن في صعودهم على الطرق المتحدرة فقول  
ان المهندس بوردا الذي كان من الضباط البحرية ومن ارباب اكدمية  
العلوم لما أراد أن يأخذ قياس ارتفاع جبل تريف فرض لصعود هذا  
الجبل يومين فصعد في اليوم الاول هو وجبوع من كان معه من الضباط راكبين  
خيولهم واستعجبوا معهم ثمانية اشخاص من البحارة مشاة كل واحد منهم  
يحمل جلازته من سبعة كيلوغرامات الى ثمانية قطعوا منه في ذلك اليوم  
مسافة ٢٩٢٣ مترا فكان صعودهم من الساعة ٩ من الصباح الى  
الساعة ٥ ونصف من المساء (على حسب الساعات الافرنجية) فتكون  
مدة السير ثمانى ساعات ونصفا منها ثلاثة ارباع ساعة للاستراحة والاكل فتكون  
مدة سيرهم حينئذ في اليوم الاول سبع ساعات وثلاثة ارباع ساعة ولا يخفى  
أن جماعة بوردا هم كغيرهم من البحارة ليسوا متعودين على المشى ولكلهم  
استغفروا في السير اليوم بتمامه بدون أن يلحقهم تعب ولا مشقة فانهم زيادة  
على ذلك نزلوا مسافة ٥٠ مترا للبحث عن الوقود ثم صعدوا ثانيا الى  
منزلهم الاول

ولكلهم لسوء حظنا لم يبينوا لنا بوجه الدقة والضبط طول المسافة التي قطعوها  
بحيث كان يمكن بمعرفة ذلك مع معرفة الكمية التي صعدوها راسيا معرفة  
الانحدار الطريق التي سلكوها وانما اقتصروا على قولهم ان المسافة المقطوعة  
تزيد على ٢٠٠٠٠ متر بالنسبة الى الطول الافقي بمعنى أن قاعدة الطريق  
بالنسبة الى الصعود الرأسى :: ٧ : ١ تقريبا او كنسبة ٦٨ : ١٠  
تحقيقا ومثل هذا الانحدار عادة لا يصلح لبيان النهاية الكبرى التي يحدتها الجبال  
او الخمول وانما يصلح أن يكون حدا وسطا بين النهايتين

وسمى اعتبارنا أن ما يحمله الانسان هو دائما ٧٠ كيلوغراما يصعد بها  
كما ذكرنا مسافة ٢٩٢٣ مترا من الارتفاع الرأسى فهذه النتيجة تساوى  
٢٠٤٦١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى متر واحد او ٢٠٥ كيلوغرامات  
مرفوعة الى كيلومتر واحد تقريبا وذلك اقل مما قاله كلب في تقويم شغل

الانسان الصاعد على السلام المعتادة بدون حل  
ويظهر لي انه كان يلزم حساب ما حمله كل انسان من الصاعدين وهو سبعة  
كيلوغرامات فاكثر الى ثمانية وعليه فالنتيجة عروضا عن كونها ٢٠٠  
كيلوغرامات تكون ٢٢٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وهذه  
الكمية قريبة جدا من ٢٣٥ كيلوغراما مسمولة في طريق مستقيمة  
لا في طريق غير مستقيمة كالتي قطعها اصحاب بوردا في صعودهم جبل  
تريف

وبالمجمل فلاجل مجاهدة كثرة الخطا في تقويم كمية العمل اليومية التي احدثها  
اصحاب بوردا يكتفي في ذلك بما تبين وخسة كيلوغرامات مرفوعة  
الى كيلومتر واحد او ٢٠٥٠٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد  
وهناك مجت آخر من اهم المباحث المقيمة لم يتعرض له احد الى الآن وهو  
مجت الارتفاعات التي يمكن للانسان ان يصعدا في اليوم الواحد بدون حل  
او يصعدا حاملا لكنه يسلك في صعوده طريقا متحدرة كثيرا او قليلا الى من  
أدنى الانحدار الى غاية القصوى

ومن المعلوم أن الانحدار الموافق لاعظم ارتفاع يصعد الانسان في اليوم  
الواحد ينبغي أن يكون عين الانحدار الذي يفرض للمسافرين في البلاد الجبلية  
في صورة ما اذا كانت الطريق المتحدرة طويلة بحيث يستغرق قطعها  
يوما كاملا

ومع ذلك فهناك امور اخرى بها يتغير هذا الانحدار وهي احتياج المسافر الى  
الاستراحة في مدة سيره وهل الاوفق بالسائر أن يستقر في سيره على انحدار  
واحد حتى اذا قرب من نهاية المسافة يستريح مرارا عديدة او يغير الانحدار  
بأن يسلك في اول سيره انحدارا عظيما ويسلك في آخره انحدارا هينا حتى يفت  
عنه مشقة السيرة في الصورة الثانية لا يدرك نهاية مطلوبه الا بكثير من العمل  
فالظاهر ان الصورة الاولى وان اشغلت على الاستراحة مرارا او فاق من الثانية  
التي هي تغير الانحدار

والأوفق للمسافر في طريق اقصية أن يمت السير في أول النهار ويسير بالهوية  
في آخره حتى يكون ما يصرفه من قواء في هذا الوقت الذي ضعف فيه يسيرا  
لا يضربه

ومع ذلك قد ثبت بالتجربة أن هذه الطريقة ليست أعظم الطرق في السير فإن  
أرباب الاسفار الطويلة يستمرون في السير على حالة واحدة مع الانتظام  
واتما يستريحون عند الحاجة فهم دائما يسلكون هذا المسلك في سيرهم  
سواء كانت الطريق اقصية او متحدرة قليلا او كثيرا ما لم يعظم الانحدار وما ينبغي  
التنبيه عليه أن الانسان في مبدئه يؤثر السير بالهوية سواء كان راكبا  
او راجلا لتوفر قواء وتبقى سرعته الى آخر المسافة

ثم ثم ترى فيما اورده القدماء في شأن الالعب أن الاحق بأخذ السبق هو  
من كان من المتسابقين صاحب رأي وحزم ووفر في مبدئه المسابقة قواء ليبدأها  
مع الجدية والشدة في آخرها

ولامانع من تأسيس هذه القاعدة وهي ان الانسان متى أراد الصعود الى اى  
نقطة مفروضة فعليه أن يتبع في صعوده الطرق المتحدرة ويؤثر الاقصر منها  
على غيره ما لم يعظم الانحدار ويتجاوز حده

فاذا فرضنا حينئذ جالا يصعد بالجل على السلام وجدناه في القوة كالتعال  
السائر في طريق اقصية بمعنى أن كمية عمله اليومية تقص بازيد الجمل

ولم يتفق لاحد من الجالين انه حمل في اليوم الواحد أكثر من ست حملات  
(افرنجية) من الخشب وصعد بها الى ارتفاع يبلغ اثني عشر مترا بل ولا يمكنه أن  
يستمر على الصعود بالسته عدة ايام متوالية فاذا أريد تحصيل ذلك من جمال  
آخر اقوى منه جعل له على كل حمله فرق فتكون اجرة اليومية ستة فرنكات  
و يلزم أن يكون هذا العمل هو النهاية الكبرى للعمل في يومه وكل حمله من  
الخشب زنتها ٧٣٤ كيلو غراما فعلى هذا تكون زنة الستة ٤٤٠٤  
كيلو غرامات مضروبة في ١٢ مترا فيكون الحاصل ٥٢٨٤٨ كيلو غراما  
مرفوعة الى متر واحد وهذا هو الشغل الذي يحده الجمال في اليوم الواحد

وإذا أريد معرفة ما صرفه الجبال من القوى أى معرفة كمية عمله لم أن ندخل في الحساب زنة الخطاطيف التى يحمل بها وكذلك زنة جسمه فاذن نجد أنه يرفع ١٠٩ كيلوغرامات الى مسافة كيلومتر واحد

وهذا المقدار يزيد ينسير على نصف ما يرفعه الانسان الذى لا يحمل شيئاً مدة يومه من الكيلوغرامات التى قدرها ٢٠٥ حسماً تقتضيه تجربة بحارة المهندسين بوزنهم غير أن تقويم الكيلوغرامات المذكورة قليل جداً كما سبق وعليه فلا مانع من تأسيس قاعدة هى ان الصاعد يلاجل يحدث نتيجة يومية تساوى ضعف ما يحدثه الصاعد بحمل يبلغ مثله ٦٠ كيلوغراماً فاكتر الى ٧٠

ولم تتعرض في هذا الحساب الى ما صرفه الجبال من القوى في نزول السلام عقب كل مرة من الصعود فاذن يظهر أن كلب أخطأ في تقويمه لهذه النتيجة حيث جعلها اقل من ذلك فانه قومها كتقويم قوة السائر على طريق اقية بدون جل غير أن هذا التقويم لا يغير النتيجة التى بيناها تفسيراً يينا بمعنى أن كمية العمل اليومية التى يحدثها الجبال الصاعد بحمله على السلام هى على النصف من كمية العمل التى يحدثها الصاعد على هذه السلام بدون جل فاذن لا يبلغ نتيجة الجبال المذكور الا ٥٢٨٤٨ كيلوغراماً مرفوعة الى متر واحد او ما قارب ذلك

وذلك أن الصاعد يلاجل الى أى ارتفاع يبلغه في اليوم الواحد يمكنه أن يرفع ٢٠٥٠٠ كيلوغرام الى متر واحد أى انه يمكنه رفع ٥٢٨٤٨ كيلوغراماً الى هذا الارتفاع اربع مرات وهذه هى نتيجة الشغال الحامل

واقبح طريقة يسلكها الجبال هى أن يصعد بالاحمال على كتفيه او راسه او يرفعها بالخطاطيف فان هذه الطريقة وان كانت غالبية في المدن لعدم الاحتياج معها الى شئ من الآلات الميكانيكية الا انه ينبغي اجتنابها في المعامل والورش التى يجب فيها الجراء الاشغال بغاية السرعة والتوفير على الدوام



ولا يخفى أن للآلات الميكانيكية في مثل هذه الاشغال فائدة عظيمة اذ بواسطتها يمكن للانسان أن يعمل في يومه اعمالا مختلفة سواء كان حاملا او غير حامل وبها ايضا يحدث بعض نتائج ويستعمل فيها قواه استعمالا مقيدا يقترب عليه نتائج عظيمة ولو فقد فيها معظم قواه فان الوسائط الميكانيكية وان كانت لا تمتد قوة ولا تمدنها الا انها تدبر استعمال القوى وتوزعها وتوزعها نافعاً هذا ولا أبالي من تكرار ذلك المرات بعد المرات وسأبين الحقيقة في هذا المعنى على وجوه عديدة صبي أن يكون في ذلك ما يمنع مهرة الشغلة عن اتلاف قواهم بلا فائدة وأن يؤملوا الخير والنفع في علم الميكانيكا وان كانوا الى الآن لم يعرفوا منفعتها حق المعرفة

ولما تكلمنا على قوى الانسان من حيث استعمالها في السير على سطح افقى او منحدر سواء كان صاحبها حاملا او غير حامل وسواء كان المحمول ثقيل او خفيفا ناسب أن نغيب ذلك بالكلام عليها من حيث تطبيقها على حركة الآلات الميكانيكية فنقول

ان اعظم نتيجة يحصلها الانسان في رفع ثقل ما الى ارتفاع معلوم هو أن يصعد بمجرد ذاته لا يحمل سواها بحيث تكون بالنسبة اليه كالقوة المحركة \* وهذه الطريقة تستعمل في العجلات ذات الطنابير والعجلات المدرجة المسمي كل منهما بالكرات فاذا كان في الكراكة شخص اعدة اشخاص فانهم كلما ساروا تقدموا جهة سطح منحدر وان وقفوا على سطح منحدر انحداراً مناسباً احدثوا من النتائج اعظم نتيجة يمكن أن يبلغ مقدارها في اليوم الواحد ٢٠٥ كيلو غرامات مرفوعة الى كيلومتر واحد ويزم ان نطرح من قيمة هذا الشغل مقدار ما تريحه الادرهم التي هي قيمة الكراكة المستعملة في الشغل المذكور

ويمكن استعمال قوى الانسان في الكراكات على الوجه الجارى في سجون انكلترة \* ومحيط هذه العجلات مضر من ألواح صغيرة ككاسرات عجلات الطواحين قرى الشغلة يصعدون عليها كما يصعدون على درج السلام فيستندون بأيديهم على قضبان اهنية و يصعدون مع الموازنة وغاية الهدوء

وهناك أيضا كرات كانت من هذا القليل تحترقها النساء  
ثم ان الشغالة الذين يصعدون على الكرات المدرجة تتفاوت اشغالهم فتفاوت  
عظيما على حسب اختلاف السجون وقد ينادى في هذا الجدول الذي حررتنا  
حساباته بموجب امر الحكومة وهالك صورته

الرجال *		ايام الصيف	
في الدقيقة		في اليوم	
عدد المظلات	ارتفاع المظلات	الارتفاع القطوع	كيلوغرام من قوت الى مترواحته
عدد	مليتر	متر	كيلوغرام
٣٥	١٩٩	٢٢٢٩	١٤٣٦٤٣
٣٦	٢٣٧	٢٧٣٠	١٧٤٣٦٠
٤٠	٢١٢	٣٠٣٥	١٩٥٣٧٩
٤٤	١٩٩	٣٣٢٧	٢١٢٩٤٦
٤٨	١٩٩	٢٤٧٥	١٦٩١٧٢
٤٨	١٩٩	٣٠٥٧	١٩٥٦٢٥
٥١	١٩٩	٤٠٥٨	٢٥٩٦٩٠
٦٠	٢٢٣	٥٣٥٢	٣٤٢٥٢٨
٤٨	٢٢٣	٤٢٨٢	٢٧٤٠٢٢
٣٦	٢٢٣	٣٢١١	٢٠٥٥١٧
٧٠	٢٣٢	٤٣٩٢	٢٨١١٠٤
٨٠	١٩٢	٣٦٨٦	٢٣٥٩٣٠
٨٧	٢٠٢	٣١٦٣	٢٠٢٤٥١

مجال السجون

نور تامبتون (بورك) (ثمرة ٣)  
نوتنهام ثمرة ٣ و ٤  
السجن القديم (بدفور)  
ميدلوزفيل  
سبنتون مالبية (سومرست)  
دونسير  
كامبردج  
ورويك (١)  
شرح (٢)  
شرح (٣)  
بوستون  
هتس  
نوكاستل على نهر التين

ومن ثم كان العمل اليومي في سجون انكلترا يتفاوت من ١٤٣٦٤٣  
كيلوغراما الى ٣٤٢٥٢٨ كيلوغراما من قوت الى مترواحته

وتستعمل القوة الانسانية ايضا في جزر الاثقال بواسطة الآلات ذات المحلات  
كالعربات الصغيرة الثقالة التي تحتر باليد والعربات الكبيرة فيمكن للانسان  
مترا

ان ينقل في اليوم الواحد بواسطة العربات الثقالة ٥ و ١٤ مكعبية من  
التراب الى مسافة ٣٠ مترا ويمكنه ايضا اذا جرت عربته من عربات اليد المعتادة أن  
يحمل من ثقلها ونقل جملها ما يساوي ١٨ أو ٢٠ كيلو غراما فان كانت  
خالية عن الاثقال كان ما يحمله في جرّها ٥ كيلو غرامات أو ٦ من غير  
زيادة \* والقوة اللازمة لدفع العربات على الارض الصلبة المستوية قد تختلف  
من ٢ الى ٣ كيلو غرامات ومنشأ هذا الاختلاف ما يعرض للعربة  
في الطريق من خفيف الارتجاج والاضطراب قليلا كان ذلك او كثيرا على  
حسب مهارة الشغال في توجيه العربات وتسييرها \* وزنة حمل العربات  
المتوسط ٧٠ كيلو غراما وزنة ثقلها المتوسط ٣٠ كيلو غراما فاذا ضربنا  
١٤ كيلو مترا في ٧٠ كيلو غراما كان الحاصل ١٠١٥ كيلو غراما  
منقولة الى مسافة كيلومتر واحد وذلك هو نتيجة عمل الشغال الدافع للعربة

وقد سبق أن الانسان يمكنه أن يحمل على ظهره في مدة اليوم ذهابا وايابا  
كيلوغرام

٤ و ٦٩٢ متقولة الى مسافة كيلومتر واحد ونسبة هذين العددين  
كنسبة ١٤٧ الى ١٠٠ وحقق المهندس كلب انهما كنسبة ١٤٨  
الى ١٠٠ واستنتج من ذلك على وجه التقريب أن ما يحمله مائة رجل  
بواسطة العربات اليدوية يساوي شغل مائة وخمسين رجلا بواسطة المقاطف  
فانظر الى فائدة مثل هذه الآلات السهلة وقد حسب موسيو جوتيرو  
ما يحمله جاري العربات الثقالة ذات المحلات فيوجد يساوي ٢٣٠٠ كيلو غرام  
منقولة الى كيلومتر واحد ومقتضاه انه اذا اشغل مائة رجل في نقل الاثقال  
بواسطة هذه العربات كانت نتيجة شغلهم تساوي نتيجة شغل ٣٣٢ رجلا  
يستغلون في نقل تلك الاثقال على ظهورهم بواسطة المقاطف والخطاطيف  
وتساوي نتيجة شغل ٢٢٥ رجلا يستغلون في نقل الاثقال المذكورة

بواسطة التقلات المعتادة ذات الجمل الواحد

ومما ينبغي التنبيه عليه في شأن التقلات ذات الجمل الواحد انه يمكن زيادة نتيجتها زيادة عظيمة وذلك بتطويل مجلتها ووضع مركز حملها عمودا على محورها بحيث لا يكابد الانسان في دفعها كبر مشقة ما لم تكن طريقه فيها المنحدرات مختلفة والاعظمت عليه المشقة ولو وضع مركز الجمل عمودا على المحور فينبغي له متى كانت طريقه غير اقية أن يصرف بعض قوته في موازنة ثقل الجمل

واقل الطرق فائدة في استعمال القوة الانسانية هي شد الحبال التي تستعمل في دق الاوتاد بواسطة الشامردانات

وذلك أن نتيجة العمل اليومي بهذه الطريقة لم تبلغ بمقتضى حساب كلب الا ٢, ٧٥ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحد فعلى ذلك اذا اشتغل مائة رجل في اشغال الكراكات ذات الطنابير مدة يوم واحد وكان صعودهم على المنحدر مناسب وكانت نتيجة عملهم مساوية لنتيجة عمل مائة وواحد وسبعين رجلا يشتغلون في دق الاوتاد بشد الحبال المربوطة في الحسبة المدودة

واذا اشتغلت طائفة من الناس في ادارة الملفات على مقتضى المقدار المتوسط الذي فرضه كلب وهو أن يفرض أن هؤلاء الأشخاص يضغطون ضغطا عاديا يبلغ ٧ كيلوغرامات على يد الملف الذي يرسم محيطا قدره ٢٣ دسيترا وأن الشغلة يدبرونها في كل دقيقة عشرين مرة وأن مدة شغلهم في كل يوم ست ساعات كانت نتيجة عملهم ١١٦ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحد فعلى ذلك اذا اشتغل ثلاثة رجال في ادارة الملفات كان الثقل الذي يرفعونه مساويا لنتيجة خمسة رجال يدقون الاوتاد بشد الحبال ومن ثم استبدلوا الآن الحبال بالملفات والتعشيق في سائر الاشغال المحتاجة للتفطن والاتقان بحيث يرفع الشامردان الى ارتفاع ماوينحط بكيفية مخصوصة وقد حسب كلب على وجه الصفة شغل عازق الارض فوجد شغله في اليوم الواحد يبلغ ١٨١ مترا مربعا وأن المعزقة تعوض في الارض كل مرة

٢٥ ستتمترا وترفع معهما من التراب في كل مرة ٦ كيلوغرامات فإذا أضفنا الى ذلك ثقل المعزقة كان مجموع عمله مساويا ٤٣ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحدا وإذا لم نعتبر الا ثقل التراب الذي ترفعه الآلة معها وقت العمل كان مجموع الشغل  $\frac{1}{3}$  ٣٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترا واحدا وذلك لا يبلغ ثلث عمل مدير الملق كما هو مشاهد فلذا كان عزق الارض بالمعزقة من الاشغال المحتاجة لمزيد القوة وكبير العمل ولا يلايم من الاشغال الا ما يطلب فيه الاهتمام كاشغال البساتين والحدائق التي تصرف فيها القوى البشرية مع غاية الدقة والتبصر حتى يكون الشغل فيها مع تنوعه على غاية من الاتقان وينبغي أن نضيف ايضا الى عمل العازق ما يصدر عنه من ضرب الارض بالآلة لاجل تمهيدها واصلاحها ولم تبلغ هذه النتيجة في حساب كلب الاجزاء من عشرين من الشغل اليومي بإضافته اليها قيمة القوة اللازمة للعزق بالمعزقة وادخالها في باطن الارض واستنتج من ذلك أن مجموع ما يصرفه العازق من القوى في اليوم الواحد ١٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى كيلومترا واحدا

والذي يظهر أن شغل المحفزة المسماة بالطورية في هذه الاشغال اكثر نفعا من شغل المعزقة وان كانتا متساويتين في قوة الضرب بهما على الارض بمعنى أن هذه القوة في كل منهما جزء من عشرين من القوة اليومية فلذا كانت قوة العازق بالمعزقة او بالطورية كقوة الرافعة ثم ان اخر حركات الطورية وهي التي بها تكون تسوية الارض برد التراب الخارج من باطنها الى الارض المعزوقة اقلية وحينئذ فلا داعي الى استعمال قوة تعادل  $\frac{3}{4}$  ٣٤ كيلوغراما لاجل رفع التراب بالمعزقة الى الارتفاع الذي قومه كلب بأربع دسيميترات فن ثم كان الجارى في سائر اشغال العزق المعتادة انما هو العزق بالطورية دون المعزقة

ومن المهم في استعمال القوى البشرية درجة السرعة التي بها تتنوع الحركة وكم قوة اخرى لا يمكن بدونها احداث نتيجة مفيدة لان قوة الانسان العضلية لا توصل الحركة الى اعضاءه الا اذا انصرفت كلها وبمجرد عروض نقصان للحركة يصير في الانسان قابلية الى تحصيل اعظم النتائج فيصل بذلك الى النهاية

الكبرى اذ لا ريب انه بالزيادة في تقبض قوة حركته يحدث تأثيرات كبيرة ومصادمات عظيمة ولكن الزيادة لاتعادل ما تنقص من السرعة وهذا هو الموجب لتقصان الحركة دون زيادتها

ويقتضى تجارب شولز يظهر انه في تطبيق القوة البشرية على الرافعة او قضيب الكابستان المسمى ايضا بالمعطاف تكون النتيجة المفيدة حاصلية من

كيلوغرام ٧٠٦, ١٣ مع مرعة تساوى ٧٣٧, ٠ في ظرف ثانية

وقد قابل روبرتسون بوكانان بين اعمال اربعة من الشغالة يشتغلون اشغالا مختلفة فكان أحدهم يشتغل في ادارة المعطاف والثاني في تحريك الجداف والثالث في تحريك طولبة معتادة والرابع في دفع الاوتاد وكانت مدة شغل الجميع اربع نوان

كيلوغرام ١٨٠, ٥ متر فوجد الاول قدر رفع في ظرف هذه المدة ١٢, ٦٤٨ الى ارتفاع ١٨٠, ٥

كيلوغرام ٥٨٠, ٦٥ مرفوعة الى متر واحد فتكون نتيجته الكبرى

كيلوغرام ٣٤٨, ٢ متر فوجد الثاني قدر قل الى ٢, ٣٤٨ ثقلا قدره ٤٤, ٣٩٤ فتكون

كيلوغرام ٢٣٧, ١٠٤ مرفوعة الى متر واحد نتيجته الكبرى

كيلوغرام ٣٥١, ٣٠ الى ارتفاع ١, ٣٤٢ فتكون فوجد الثالث قدر رفع

كيلوغرام ٧٣١, ٤٠ مرفوعة الى متر واحد نتيجته الكبرى

كيلوغرام ٦١٨, ٣٢ الى ارتفاع ٢, ٧٤٥ فتكون فوجد الرابع قدر رفع

كيلوغرام ٥٣٦, ٨٩ مرفوعة الى متر واحد والظاهر ان النتيجة

الاشغرة لا تطابق حسابات كلب التي حررها في استعمال القوة البشرية في الشاگردانات ولكن لا ينبغي أن النتائج التي استتبها روبرتسون بركاتنا ليست الاشغل اربع نوان فقط وحيث فلا مانع أن النتيجة الوقتية في شغل الشاگردانات تكون كبيرة بحيث لا تساوي حقيقة الشغل اليومي بمعنى انهما لا يكونان على نسبة واحدة

ثم ان الانسان لا يصرف قواه الحيوانية بتمامها الا في الاعمال البدنية التي الغرض منها تحصيل اعظم النتائج وأجود ما يستعمله من الوسائط الانسانية في اشغال ارباب الحرف والصنائع لاسيما ما كان منها محتاجا الى فكر وتأمل ينبغي قصره على عمل للعقل فيه مدخلة ويصرف فيه من القوى الطبيعية جزء كبير او صغير بدون ضياع زمن \* وباستكمال الصناعة يكثر من الصنائع ما كانت فيه مدخلة القوى العقلية قوية ومدخلة القوى الطبيعية ضعيفة \* والانسان يزيد على العمل البدني الشيء بأفعال اليهائم من نور وجارو غرس وما أشبه ذلك اعمال الحواس الخمسة التي هي البصر والسمع واللمس والشم والذوق من حيث ان العقل هو المرشد لها في سائر اعمالها فاذا جعل الانسان لعقله مدخلة في اعماله اكتسب من ذلك معرفة عدة عظيمة من النتائج نصيره دليلا صحيحا يعول عليه في جميع اشغاله وذلك ما يسمى باكتساب التجربة وهو اكتساب عظيم في الفنون والصنائع

ومما ينبغي التنبه عليه أن التجربة التي تنشأ عن التدقيق في ملاحظة الاشياء ومقابلتها ببعضها وتودع في الحافظة ثم يستعملها العقل انما هي نتيجة القوى العقلية وحسن ممارسة الحواس فهذه الوسائط التي يتوصل بها الى اكتساب المعارف يمكن للانسان أن يكتسب خبرة صحيحة وتجربة جيدة وذلك من اهم الامور في تقدم الحرف والصنائع

وينبغي للانسان في الاشغال التي لا يحتاج فيها الا لاستعمال جزء من قوته العضلية أن يجعل في حركته سرعة أكثر من السرعة الملائمة للنتيجة الكبرى بدون أن يفقد قواه ويجهده نفسه فان ذلك يقربه من النتيجة الكبرى ويوصله اليها

في أسرع وقت وهذا عام في جميع الأشغال إلا ما كان منها محتاجاً لمزيد الضبط  
والاحكام ومتوقفاً على كثرة الاحتراس وزيادة الاحتياط فلم يبق إذن الا توقيف  
الزمن وعدم إضاعته بلا فائدة وسنين هذه المخطوطات في الدرس الآتي الذي  
تكلمنا فيه على استعمال قوة الانسان وازديادها

وعلى الانسان أن لا يقصر في بجانب الزام الشغالة بالمكث مدة طويلة على شغل  
واحد ايأما كان من اشغال القانون لأن الزام بالمدومة على شغل واحد  
يترتب عليه مضار كثيرة كالامراض المزمنة وهذا القوي

ومن كان عنده أدنى دراية بالمعارف امكنه تعيين الاشغال المطلوبة من الشغالة  
وتحديدها على وجه بحيث يكون لهم دائماً اقتدار على التوفية بها ولعل ذلك  
يعينهم على تحصيل اعظم نتيجة نافعة فلهذا كان رئيس الورش والمعامل اذا  
أظهر انه لا يستغل الأبراحة الشغالة ظال هذه المروءة من اشغالهم محصولاً  
عظيماً

#### \*( الدرس الرابع ) \*

\*( في ازدياد قوى الانسان واستعمالها على الوجه المناسب ) \*

قد رأينا أن نبدأ أولاً بالبحث عن الطرق التي تستعمل في ازدياد القوة المطلقة  
التي يمكن للانسان استعمالها في اشغال الصناعة والتي تستعمل ايضاً  
في تحصيل امور نافعة وهي الاستقرار والسرعة والنشاط في عمل هذه القوة  
ثم نبين كيفية تحصيل هذه النتائج باجماع القوة العقلية والقوة البدنية ونبين  
ايضاً ما عساه ينشأ عن هذا الاجتماع لكل من الجنسين اى الذكور والاناث  
من النتائج العظيمة التي بهتزداد راحة العباد وتصبح طاقة الشغالة جامعة  
بين السعد والمعرفة فنقول

حتى يبلغ الاطفال من العمر خمس سنوات او ستاً قد جاء أوان تعليمهم اشغال  
الصناعة فيناطون منها بما يستدعي قليل الاستعمال من القوة البدنية  
ويسير التفكير من القوة العقلية فيناطون مثلاً في اشغال الزراعة بحراصة  
الحيوانات الاهلية المألوفة المهلة الاتقياد وفي المعامل والورش بالعمليات التي



لا يحتاج لكثير تعب ويمكن اتقانها بأدنى تدريب واقل تعويد ولا شك أن في تعويد الصبيان على الشغل من مبدء صغرهم فائدة عظيمة جدا الا انه ينبغي أن لا يسلك في ذلك ماسلكه كثير من رؤساء المعامل والورش في ابريطانيا الكبرى من الافراط والقسوة حيث كانوا يلزمون صغار المتعلمين بالشغل مدة طويلة من الزمن ويجبرونهم على مداومة العمل مدة ساعات عديدة حتى وضع أرباب القوانين لذلك قانونا حصر الشغل المطلوب من الصبي في اوقات يسيرة وجعل له حدا محدودا ومع ذلك اذا نظرنا الى ما يعانيه الصبي من المشقة في هذا الشغل مع حدائمه وصغرسنه أخذتنا عليه الرأفة والشفقة

وفي بعض الورش التي يديرها رؤساء جمعا بين المروءة والمعرفة تجد هؤلاء الرؤساء يعينون جزءا من الزمن المخصص لاشغال الصبيان لاكتساب المعارف اللازمة لكل من أراد الامتياز منهم في اشغال الصناعة فكانوا يعلمونهم في ورشهم القراءة والكتابة والحساب ثم يضمنون الى ذلك بعد مدة قليلة تعليم تطبيق الهندسة والعمليات الميكانيكية كما هو الجاري الآن عند الفرنسيين فاذا لم يعلموهم هذا التعليم التأوى بل اقتصروا على الاول أمكن للصبيان بعد أن يعرفوا القراءة والكتابة وتستكمل عقولهم أن يطالعوا بأنفسهم دروس هذين العليين ويتعلموها بدون اجرة وعما قليل يترتب تعلم هذين العليين في جميع مدن فرانسَا ذات الفنون والصنائع

واما اذا كان التعليم خاليا عن التدبير والادارة بأن كان على وجه يضر بصحة الصبيان لما فيه من الافراط وكثرة الشغل فان ذلك يسلب قواهم العضلية نحوها وسرعها لاسيما اذا جروا في اغذيتهم واعمالهم على النظام المقرر الذي بدونه لا تتم الصحة

والى هذا الوقت لم يلتفت رؤساء المعامل والورش الى تأثير الاغذية في الشغالة من حيث كية العمل التي يمكنهم تحصيلها ومن حيث النتائج التي تكون لازادة الشغل في راحة الشغالة وثروة رؤسائهم

فاذا قابلنا طريقة الشغالة الفرنسية في الغذاء بطريقة الشغالة الانكليزية

في ذلك عجبنا غاية العجب من التفاوت الذي بين هاتين الملتين في طريقة المعاش  
فان الشغالة الفرنسية في كثير من الصنائع لا يأكلون اللحم مدة الاسبوع  
وان اكلوه يوم الاحد فذاك الاجمرد التمتع والترفة بخلاف الشغالة الانكليزية  
فان اللحم عندهم هو الغذاء المعتاد

وقد قومت مقدار ما يأكله الانسان من اللحم سواء كان في غرانسا او انكلتره  
فكانت نتيجة التقيويم أن الفرنسي اذا أكل من اللحم ٦١ كيلوغراما  
فالانكليزي يأكل منه اكثر من ١٧٨ كيلوغراما بمعنى انه يأكل منه بقدر  
ثلاثة امثال الفرنسي ويتشأ عن هذا التفاوت في الغذاء تفاوت عظيم  
في القوى البدنية لان الاغذية الحيوانية تكسب الانسان من القوة البدنية التي  
يصرفها في الاشغال كل يوم ما لا تكسبه اياه الاغذية النباتية وهذا هو السبب  
في كون الشغالة الانكليزية تفوق في الشغل الشغالة الفرنسية

فاذن يلزم تخفيض الشغالة الفرنسية على اكل اللحم بقدر الامكان فانهم  
الآن في كثير من الصنائع يأخذون من المأكولات ما لا يفي بما تقدره من  
القوى اليومية فلا يأتي عليهم الاسبوع الا وهم في غاية الهزال والضعف  
وفي يوم الاحد يبحثون عن تعويض ما قدوه من القوة بما كل ومشارب  
مبينة بالكلية في الطبع والكمية للمأككل والمشارب التي استعملوها قبل ذلك  
في باقي ايام الاسبوع فليطعمهم بسبب ذلك من الضرر وسوء الحال ما يلحق من  
مكثبات عايدة طويلة ثم انهم على الاكل دفعة واحدة مع انهم كانوا يؤملون  
من تعاطي هذه الاغذية الراحة وحسن الحال فتراهم يوم الاثنين لا يقدررون  
على الشغل كيوم الاحد الذي هو يوم البطالة

والظاهر أن هذا هو السبب الاصل في كون اكثر الشغالة بالمدن الكبيرة  
يتركون العمل يوم الاثنين

واعظم طريقة في جبر هذا الخلل هو تعويد الشغالة على تعاطي الاغذية الجيدة  
بأن يذكروهم من نصائح الحكمة وصحيح الامثال ما يعينهم على ذلك فانه بهذه  
الطريقة يؤمل رجوعهم عن ترك العمل يوم الاثنين ولو فرضنا انهم لا يصرفون

في تحصيل الاغذية الجيدة التي تعاطونها في ايام العمل الستة الاجرة عمل  
هذا اليوم (يعني يوم الاثنين) التي لا تزيد على مصاريقهم المعتادة لوجدوا  
من انفسهم في الواقع وقس الامر اقتدارا على تحصيل كمية عظيمة من العمل  
في مدة الايام الخمسة فيكون ذلك وسيلة لهم في طلب زيادة الاجرة  
من رؤسائهم ويقطع عنهم ما يلزم الحياة المختلفة النظام من تراكم الامراض  
وسرعة الهرم والضعف قطول بذلك مدة صرفهم لكمية عظيمة من قواهم  
العضلية وتقصير مدة ما يلحقهم من القاقعة والقر في صورة ما اذا لم يكن عندهم  
اقتصاد وحسن تدبير في زمن شجوبيتهم بحيث يدخرون ما يتفهم وقت  
الحاجة والكبر

وعلى رؤساء المعامل والورش ان يذلوا جهدهم في ازدياد صندوق التوفير  
ويستعملوا في ذلك ما يمكنهم من الوسائط بأن يأخذوا من كل شغال مقدارا  
من اجرة اليومية ويضعوه في هذا الصندوق على سبيل الودعة لوقت الحاجة  
اليه كحدوث مرض او بطلالة او بلوغهم سنلا يمكن معه العمل  
وبعد ان نكلمنا على الطرق التي تزيد بها كمية العمل ظهر لنا ان هذه الكمية لا أقل  
من انها زادت الخمس في مثل مدينة باريس فوجب علينا الان أن نبحت  
عن الفائدة التي تعود على رؤساء الورش من هذه الزيادة فنقول

اذا فرضنا أن ورشة من ورش الصناعة يبلغ رأس مالها ١٠٠٠٠٠٠ فرنك  
وأن ما تصرفه مدة السنة في اصلاح ما تلف من آلاتها عشر هذا المبلغ اعني  
١٠٠٠٠ فرنك وأن فيها من الشغالة مائة شخص يشتغلون من الاسبوع  
خمس ايام اجرة كل واحد منهم في اليوم فرنكان بمعنى انهم يشتغلون  
من السنة مائتين وستين يوما فيكون مجموع اجرتهم ٥٢٠٠٠ فرنك  
وفرضنا ايضا أن الاجرة السنوية للمستخدمين فيها من ملاحظين ورؤساء  
وغيرهم تبلغ ١٠٠٠٠ فرنك فمجموع مصاريقها السنوية هو المبلغ الآتي

رأس المال المفروض	١٠٠٠٠٠٠ فرنك
المصرف منه للاصلاح	٠١٠٠٠٠٠ فرنك
الاجر السنوية للرؤساء وغيرهم	٠١٠٠٠٠٠ فرنك
الاجر اليومية	٠٥٢٠٠٠ فرنك
المجموع	١٧٢٠٠٠

فاذا ورد لهذه الورشة في نظير اثمان بضائعها مبلغ ٧٢٠٠٠ فرنك فانها لا ترجح ولا تخسر واما اذا جري شاعلى ما هو المعتاد في سائر الورش التي ترجح العشر في المائة فينبغي أن حاصل الاجر يبلغ من جهة ٧٢٠٠٠ فرنك ومن جهة اخرى ١٧٢٠٠ فرنك في مجموع ذلك ٨٩٢٠٠ فرنك فاذا فرضنا الآن أن الشغالة يشتغلون من الاسبوع ستة ايام وعوضا عن الخمسة المتقدمة بأن كان شغلهم يستغرق من السنة ثلثمائة واثنى عشر يوما عوضا عن المائتين والستين يوما السابقة وفرضنا انهم يعملون في كل يوم خسا زيادة على عملهم المعتاد يأخذون اجرة مناسبة لهذه الزيادة بحيث تكون اجرتهم اليومية من فرنكين الى فرنكين واربعين سنتيما ويكون مجموع اكتسابهم مدة السنة ٧٤٨٨٠ فرنكا وفرضنا ايضا أن المصاريف اللازمة للاصلاح الاكالات زادت قدر نصف زيادة الشغل بحيث صارت ١٢٢٢٠ فرنكا عوضا عن المقدار السابق الذي هو ١٠٠٠٠ فرنك ينتج من ذلك أن مجموع المصاريف كلها هو المبلغ الآتي

رأس المال المفروض	١٠٠٠٠٠٠ فرنك
المصرف منه للاصلاح	٠١٢٢٢٠٠ فرنك
الاجر السنوية	٠١٠٠٠٠ فرنك
اجرة مائة شغالة	٠٧٤٨٨٠ فرنك
المجموع	١٩٧١٠٠

فرأس المال المفروض في هذا المبلغ هو ١٠٠٠٠٠٠ فرنك والمصاريف ٩٧١٠٠ فرنك فلما زادت كمية العمل في نسبة ٥ الى ٦ زائلا عني من ١٠٠ الى ١٤٤ كان مجموع الاجرة الذي بلغ في الفرض الاول

كما ذكرنا ٨٩٢٠٠ فرنك

يبلغ الآن ١٢٨٤٤٨ فرنك

ولكن تكون المصاريف ٩٧١٠٠ فرنك

٣١٣٤٨

فيكون الباقي

فيكون جيتنذ مبلغ ٣١٣٤٨ فرنكا هو مقدار ربح راس المال الذي هو ١٩٧١٠٠ فرنك وهذا هو السبب في أن كل مائة صار ربحها ستة عشر بعد أن كانت في القرض الأول تريح عشرة

وما هي النتائج المتحصلة من القرض الثاني \* أولا أن الشغالة تأخذ عوضا عن ٥٢٠٠٠ فرنك ٧٠٤٨٨٠ فرنكا وبذلك تزيد راحتهم النصف تقريبا \* ثانيا أنه يحصل عن الصناعة محصولات تزيد النصف على محصولات القرض الأول \* ثالثا أن صاحب الورشة يربح في كل مائة من رأس ماله ١٦ عوضا عن كونه يربح فيها ١٠

وهذا الترتيب يعود على الشغال بالمنفعة إذا قنع صاحب الورشة بربح اثني عشر في كل مائة ويجعل اجرة العمل ستة في كل مائة

ويلزم الآن أن نعرف ما يكون لزوءاء الورش في تلك الوسائط الممكنة من عظيم المنفعة بحيث يحصل لهم من العملة كمية كبيرة من العمل في اوقات معلومة فنقول هي أن جملة من التعهدات الصناعية التي يترأى الآن انها متعذرة او مضرة تحقق ففعها بزيادة العمل اليومي بدون نقص الاجرة اليومية وبهذا الازدياد ايضا يزداد نفع التعهدات النافعة \* والعمل لهم في ذلك ايضا منفعة عظيمة فينبغي افهام كل من الرؤماء والعمل هذه المنفعة المشتركة التي ربما ترتب عليها لكل من الطائفتين ازدياد الراحة والسعادة

واما الوسائط التي يزيد بها العامل عمله فهي قليلة محصورة في انتظام المؤونة واجتناب الافراط في جميع انواع المآكل والمشارب والمواظبة على العمل بحيث لا يضيع وقتا من اوقات الشغل بلا فائدة

وله غير تلك الوسائط الاولى وسائط اخرى يزيد بها عمله ايضا وهي عبارة عن

الآلات التي يشتغل بها والظفنة التي بها يحسن تشغيل تلك الآلات فان الآلات المعدة للعمل على اختلاف انواعها يحدث عنها نتائج متنوعة تختلف باختلاف شكلها ومادتها جودة ورداءة قلة وكثرة اذ العامل الذي يشتغل مثلاً بالمبارد الجيدة الشكل والسقي يحدث من النتائج ضعف ما يحدثه العامل الذي يشتغل في هذا العمل بمبارد لا تضاهي الاولى في الجودة وكذلك باقى الآلات كالمقصات والبريمات الصغيرة والكبيرة والمناشير ونحو ذلك

وفي بلاد انكلترة يعرفون حق المعرفة اهمية الآلات التي بها يحدث العامل في اليوم كمية كبيرة من العمل ففي كثير من الصناعات الواهية بتلك البلاد تجد عند الصانع الصغير من الآلات ما يساوى ١٠٠٠ فرنك فصاعداً الى ١٢٠٠ فرنك بخلاف من كان على صنعة من صناعات فرنساوية فانه قل أن يوجد عنده من هذه الآلات ما يساوى ١٠٠ فرنك \* ولنفرض أن الصانع اذا اشتغل بالآلات مما يساوى ١٠٠ فرنك يكتسب في اليوم ٣ فرنكات وأنه اذا اشتغل بالآلات جيدة الصفة متنوعة الشكل صالحة لكل شيء يحتاجه في صنعة وصككت مما يساوى ١٠٠٠ فرنك فانه يكتسب في اليوم ٤ فرنكات وذلك فرض صحيح مناسب فينتج عن ذلك أن الصانع المذكور يكتسب في ظرف ثلثمائة يوم من ايام الشغل ٣٠٠ فرنك زيادة على ما يكتسبه لو اشتغل بالآلات مما يساوى مائة فرنك

فاذا قلنا ان مبلغ ٩٠٠ فرنك الذي هو فرق ثمن الآلات يلزم له مصروف سنوي يبلغ ١٥ في المائة كان مصروف الآلات السنوي ١٣٥ فرنكاً تطرح من الربح السنوي الذي قدره ٣٠٠ فرنك فيكون الباقي ~~مبلغ ١٦٥ فرنكاً وهو الربح الخالص المتحصل من رأس مال الآلات التي قيمتها~~ الف فرنك

فاذا صرف الصانع من هذا المبلغ الباقي الذي هو ١٦٥ فرنكاً في تنظيم مؤوته اليومية ٦٥ فرنكاً وأبقى المائة في صندوق التوفير فانه في ظرف ثمان وعشرين سنة يحصل عنده ٦٠٠٠ فرنك وفي ظرف اثنين واربعين

سنة يتصل عنده ١٤٠٠٠ قرنك فهذا التوفير المستقر يجد الصانع  
 ما يكفيه مع الراحة في المعيشة زمن الهرم والشيخوخة فعلى المعلمين أن ينسوا  
 للتلامذة تفصيلاً فائدة هذا الإبقاء ومنفعته بأن يعلموهم درسا في الحساب  
 يعرفون به التدبير المنزلي والسعادة الاهلية

وبالجملة فازدياد العمل الناتج عن جودة الآلات وتحسينها يقرب عليه فوائد  
 عظيمة لرؤساء الورش والمعامل حسبا ظهر لنا في الصورة التي ذكرناها أن  
 العامل يمكنه أن يزيد كمية عمله اليومية بوسائط أخرى فلذا كان الرؤساء يرغبون  
 في أن العملة يكون بأيديهم جميع أنواع الآلات الجيدة التي تصلح لجميع  
 الأشغال على اختلاف أنواعها

فإذا وقف الصانع والرؤساء على حقيقة ما ذكرناه كان ذلك باعنا للصانع على  
 أنهم من الآن فصاعداً لا يشترون إلا الآلات الجيدة من سائر الأنواع كالمساطر  
 والزوايا والبواجل التي تكون على غاية من الصحة والضبط والمبارد والمقتصات  
 والبريمات الكبيرة والالواب ونحوها مما يكون قد بلغ في جودة الصفة والمادة  
 أعلى درجة ومتى عظمت رغبة الصانع والرؤساء في هذا القرض اضطر صناع  
 الآلات إلى مزيد الاعتناء بصنعهم وجبروا على الاهتمام بشأنها كاختخاب  
 أجود المواد وتجهيزها ومن مثل هذا التغيير تحصل نتائج كثيرة النفع عظيمة  
 الفائدة

ومتى وجد في الآلات جميع الصفات المطلوبة واستعمل الصانع جميع الوسائط  
 التي تزيد بها قوته البدنية كطيب الغذاء وحسن السلول لم يبق عليه من الوسائط  
 إلا ما يزيد به عمله اليومي وهو أن يحسن استعمال آله ويستعمل في تشغيلها  
 المهارة والنشاط وهذا انما ينشأ من حذق الصانع ومزيد التفاته إلى إشغاله  
 بخلاف ما إذا تعود على الإهمال والتساهل فيها فانه قل أن يصل إلى درجة  
 الكمال والسرعة ولو فرض التخير في الشغالة لخرج منهم من كان دأبه الصمت  
 والتفرغ للاشغال على من لازم الهذر وكثرة المحادثة واللعب والملاهاة عن  
 الشغل فاذن يلزم لصناع القرن تساوية كثرة السعي والاجتهاد حتى يصلوا إلى

درجة صناع الانكليز في الصحة والتفرغ للعمل

ولما تكلمنا على ما يؤثر في كمية العمل من حيث هي ناسب ان نعقب ذلك ببيان ما يكون فيه العمل ناجحا او غير ناجح على حسب ما في حركات الصانع من السرعة كثرة وقلة فنقول

قد رأينا ان نمثل لذلك بنقل العتالين والخر دجية للاجال كما في الدرس السابق فنقول ان العتال اذا حمل ما يحمله الناس المتوسطون في القوة وهو حمل قل أن يبلغ ٤٠٠ كيلو غرام لا يمكنه أن يتحرك به اصلا عالم يقصر عمله بالتدريج شيئا فشيئا والامكنه أن يقطع مسافة تزيد بنقص الحمل المذكور على التدريج حتى يصير غير حامل بالكلية واذن يمكنه أن يقطع في اليوم مسافة لا تزيد بالنسبة للناس المتوسطين في القوة على ٥١ كيلومترا وذلك في صورة ما اذا كان مجبورا على سلوك طريق متعبة وفي الحالتين اذا ضربت النتيجة المقيمة التي تعرف بهازة الحمل في المسافة المقطوعة ساوت صفرا وهذه هي الحدود البالغة الغاية التي يمكن أن نجد فيها نسبة بين الحمل والسرعة ونجد فيها ايضا أن حاصل ضرب الحمل في طول الطريق التي يقطعها الحال بهذه السرعة هو النهاية الكبرى

وكذلك جميع انواع الاشغال التي يعانيها الانسان بجسمه او باطرافه يوجد فيها نوع نسبة بين القوة والسرعة التي بها تحصل النتيجة الكبرى المقيمة اي السرعة التي بها يقطع الانسان مع مقاومة موانع محدودة مسافة يكون حاصل ضربها في هذه المقاومة هو النتيجة الكبرى

فعلى الصانع الماهر لاسيما رئيس الورش والمعامل أن يذل الجهد في معرفة القوة والسرعة اللتين باجتماعهما تحصل النتيجة الكبرى

واذا التفت ارباب الصناعات الى هذه الملاحظات فلا بد أن يحدث في معظم اشغال الفنون نسب جديدة بين القوة والسرعة تكون اهم واقع من النسب الحاصلة بالتجربة والممارسة

وقد ذكر غير مرة موسيو تالوواي وهو من الماهرين العارفين بالآلات



في بلاد أنكلترا أن من جملة استكمالات اشغال المعادن الشهيرة التي ترتب عليها آلة التبغ في صناعة الحديد السائل قصان سرعة المنقب قصاينا وبذلك عرفوا أن القوة اذا ضربت في المسافة المقطوعة تكون عظيمة جدا بالنسبة الى القوة المفروضة

وكثير من انواع الصناعة ما تكون فيه زيادة السرعة منشأ لفوائد جسيمة وقد مثلنا لذلك فيما سبق في الجزء الثاني من هذا الكتاب بالمناشير المستديرة من حيث انه اذا زادت سرعة حركتها تولد عنها بالقوة المفروضة لها نتيجة عظيمة

واما مقب الاجسام بالارصاص والكلل والسهام وغير ذلك من الاجسام فانه عند زيادة السرعة لا يحتاج الا الى كمية قليلة من الحركة ومن هنا استعملت القوة التي بها تزيد سرعة الاجسام التي يرى بها في الحروب وهدم الاسوار ثم انه يلزم الاهتمام بأن ثبت لكل نوع من انواع الصناعة تفاوت درجات السرعة اللازم لكل عملية ميكانيكية وأن نفكر في مجموع مخصوص هذه النتائج النفيسة المترتبة على العملية عند استكمالها بتقديم الفنون

وبقطع النظر عن النتيجة العظيمة المترتبة على ما بين القوة والسرعة من النسبة تجد للسرعة فوائد خاصة بها يلزم الالتفات اليها

ولنفرض أن ورشة من الورش من اى فرع كان من فروع الصناعة تستدعى أن يكون رأس مالها مليونان من الفرنكات وانه يلزم لها من المواد الأولية لاجل التشغيل ما يساوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات في ظرف سنة وأن عدد الشغالة في سائمة ومدة العمل ثمانمائة واثنا عشر يوما واجرة كل واحد منهم فرنكان في كل يوم فيكون مجموع اجرة الشغالة ٦٢٤٠٠ فرنك فيضم اليها مقدار الرابح وهو ٦٢٤٠ فرنكا وكذلك مقدار ربح المليون المفروض للورشة وهو ١٠٠٠٠٠ فرنك فيكون مجموع المصاريف ١٦٨٦٤٠ فرنكا وذلك هو مصاريف تشغيل المواد الأولية التي

نساوي ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات في ظرف سنة فيكون ربح التاجر  
عشرة في المائة ويلزم في تقويم البضائع المشغولة حساب المبالغ التي في هذا  
الجدول وهي

مواد اولية ٢٠٠٠٠٠٠٠ فرنك

ما يخص قيمتها من الربح ٢٠٠٠٠٠٠ فرنك

مصاريف التشغيل ١٦٨٦٤٠ فرنك

المجموع ٢٣٦٨٦٤٠

فاذا فرضنا الآن انه يلزم لهذا الشغل مائتا يوم ومائتا عامل اجرة كل واحد  
منهم فرنكان كما في الفرض الاول كان مجموع اجرة الشغالة ٨٠٠٠٠ فرنك  
عوضا عن ٦٢٤٠٠ وهو مبلغ جسيم فتكون نسبة ٣١٢ يوما من  
ايام الشغل السنوي الى ٢٠٠ يوم كنسبة ١٠ الى ٦٠٤١  
التي هي ربح المال في مدة التشغيل الجديد فعلى هذا لا يزيد مصاريف  
التشغيل على ما في هذا الجدول وهو

اجرة الشغالة ٨٠٠٠٠ فرنك

مصروف الورشة ٦٤١٠٠ فرنك

المجموع ١٤٤١٠٠

فاذا اضربنا هذا العدد في ٠٠٠٦٤١ نحصل معنا مبلغ ٩٢٣٦  
فرنكا و ٨١ ستميا وبإضافة هذا المبلغ الى ١٤٤١٠٠ فرنك  
يكون المجموع ١٥٣٣٣٦ فرنكا و ٨١ ستميا  
وبذلك يمكن تحرير هذا الجدول وهو

اجرة التشغيل ١٥٣٣٣٦ و ٨١ من

ربح البضاعة في ظرف مائتي يوم من ايام الشغل ١٢٨٢٠٠

مجموع ثمن المواد المشغولة بطريقة التشغيل الجديدة بأن كان الشغالة مائتي  
عامل والمدة مائتي يوم ٢٢٨١٥٣٦

وهذا بخلاف الفرض الاول فان اجرة الشغالة فيه لم تبلغ الا ٢٣٦٨٦٤٠

يطرح منها ٢٢٨١٥٣٦ و ٨١ م

فالباقي وهو الربح الذي يقسم بين الرئيس والصانعي هو ٨٧١٠٣ و ١٩ م  
ويتحصل هذا الربح مع زيادة المصروف الناشئة عن صكون الشغالة  
يستغرقون في العمل اربعين الف يوم عوضا عن كونهم يستغرقون  
فيه واحدا وثلاثين الف يوم وماتى يوم (وحرف ف الموضوع فوق العدد  
رمز الى الفرق و م رمز الى الستيم)

وهذا المثال يتضح لنا أن الورش التي يكون رأس مالها جسيما بالنسبة  
الى مصروف شغالتها ينبغي لها استعمال جميع ما يمكنها من الوسائط في سرعة  
الشغل ولو في حالة ما اذا زادت على النتيجة العقلية التي يمكن تحصيلها من  
الشغالة والا كلات

وكما تقدمت الصناعة عند ائمة من الامم وصار رأس مالها جسيما صارت  
مقادير المواد الصناعية عظيمة بالنسبة الى مصاريف العملة فعلى ذلك ينبغي  
اسراع الشغل حسب الامكان

فيلزم حينئذ أن نجعل من القواعد العنصرية المضبوطة انه كلما استكملت  
الصناعة عند ائمة من الامم زادت السرعة في عملياتها الصناعية بحيث تحصل  
عندها النتيجة العقلية في جميع الاوقات

ثم ان التفاتوا الذي يكون في سرعة الاشغال يمكن معرفته معرفة جيدة  
اذا قابلنا صناعة الالهالي الذين لم يبلغوا درجة الكمال في التقدم بصناعة  
الالهالي الذين هم اعلى درجة في ذلك فان جميع الاشغال عند الالهالي  
الذين لم يتقدموا في الصناعة لا تحصل الامع غاية القصور وكذلك الاستقلالات  
والسياحات لا تصدر منهم الامع غاية البطء والتراخي فلما منع حينئذ أن يقال  
ان الاشغال والاستقلالات في اسبانيا قليلة السرعة جدا بالنسبة لغيرها  
من ممالك اوربا المتقدمة واتما ايطاليا فهي اقل بطأ من اسبانيا  
و فرنسا اكثر سرعة واسرع منها بريطانيا الكبرى

ومتى ملك الانسان رأس مال جسيما وعرف قيمته حتى المعرفة كان الزمن عنده من اهم الاشياء واعظمها حيث ان ارباحه تزداد بازدياد العمليات التي تحصل في ذلك الزمن فعلى كل انسان أن يذل جهده في عدم اضاعته الزمن وفي سرعة جميع الاشغال على اختلاف انواعها بمجرد ما تحصل عنده رأس مال جسيم فعوضا عن كونه يسافر ماشيا يركب عربة ولوزادت مصاريقها عن مصاريق المشي فاذا لم تسعفه العربة بأن كانت تعوقه عن اداء الغرضه سلك مسلكا اخر يكون اسرع من ذلك كالبوسطة فان كان هذا الامر مهما جدا بحيث لا يسعفه ذلك ايضا أرسل السعاة الذين هم اكثر سرعة من غيرهم وبالجملة فينبغي أن تكون مراسلاته اسرع من مراسلات الدولة وهذا الامر المرغوب الكثير النفع الذي هو زيادة السرعة بالتدريج في انتقال الاشياء والاشخاص منذ عدة قرون لا يسعنا أن نتكلم عليه هنا تفصيلا وانما نأتي بطرف منه على سبيل الاجال فنقول

ان توزيع الاشغال معدود من اقوى الوسائل في سرعة العمل واستكماله وذلك انه كلما كانت الحركات المنوطة بها الصانع قليلة لا اختلاف فيها كانت سهلة التكرار مع السرعة والكمال ومن ذلك تظهر النتائج العجيبة المترتبة على توزيع الاشغال

واذا أردت بيان اهمية توزيع الاشغال بذكر المثال الشهير الذي يلجج به كثيرا ارباب الاقتصاد والوفرو بيان ما ذكرناه من فائدة هذا التوزيع التي لم يتصد احد لبيانها الى الآن على ما يظهر وان كانت معدودة من النتائج الطبيعية الناشئة عن حواسنا المعتبرة كأنها آلة قياس ومكررة للحركات الدورية فالمثل لذلك بصناعة الدبايس فنقول ان الصانع اذا لم يكن متعودا على هذه الصنعة بأن كان غير متمرن على تدوير الاكالات اللازمة لها فانه وان كان يمكن من الحذق والمهارة لا يمكنه أن يصنع من الدبايس في مدة اليوم الاعددا قليلا وقل أن يعمل منها اثني عشر ديوسا في يومه وبموجب الطريقة الجديدة المرتبة الآن في عمليات هذه الصناعة لا يكون مجموع تلك العمليات وظيفه

واحدة بل توزع الى عدة اشغال خصوصية بحيث يكون كل منها وظيفة مستقلة بأن يصب أحد الصانع السلك المعدني مثلاً بواسطة الآلة المعلقة لذلك والثاني يساويه ويعتله والثالث يقطع رأسه والرابع يصنع له سنناً والخامس يسن منه الطرف الذي يوضع عليه الرأس وهذا الرأس ايضاً من وظيفة اثنين من الصانع او ثلاثة وهناك ايضاً عمليتان اخريان احدهما تطرق الرأس والاخرى تبيض الدبايس وهذه العملية غير عملية ثقب الاوراق ووضع الدبايس فيها فلي ذلك تكون صناعة الدبايس موزعة الى ثمان عشرة وظيفة تقريباً يقوم بادائها في الورش المستكملة عدد كبير من الصنابعية كل له وظيفة تخصه

وقد ذكر آدم سميت في هذا المعنى ورشة صغيرة من جنس هذه الصناعة صناعها لا يزيدون على عشرة ومقتضاه أن الصانع فيها يقوم بوظيفتين او ثلاث وهذه الورشة وان كانت قليلة الآلات الا انه يحصل منها في كل يوم ٦ كيلوغرامات من الدبايس فهي على ذلك تصنع منها ما يزيد على ٤٨٠٠٠ دوس فكل صانع يعمل عشر هذا المصنوع بمعنى انه يعمل في يومه ٤٨٠٠ دوس وهذا بخلاف ما لو كان كل صانع يشتغل على حدته بدون أن يكون منوطاً بوظيفة مخصوصة فانه لا يعمل في يومه عشرين دوساً بمعنى انه لا يصنع من ذلك مائتين واربعين جزءاً مما يصنعه في صورة توزيع الوظائف واذا أمعنت النظر في هذا المعنى لم تستغرب صدور هذه النتيجة من الصانع الواحد حيث انه يحدث من الحركات ما يكفي في عمل هذا المقدار أعني ٤٨٠٠ دوس كل يوم اذ لو فرضنا أن اليوم عشر ساعات لم يساو اليوم المعتاد بالنسبة الى الورش الكبيرة لان الساعات العشرة عبارة عن ستمائة دقيقة او ثلاثين الف ثانية فلو فرضت أن الصانع يعمل في كل ثانية خمس حركات وذلك فرض مناسب حال عن المبالغة وجدت مجموع الحركات التي يعملها في الساعات العشرة ١٨٠٠٠٠ فاذا قسمت هذا العدد على ٤٨٠٠ دوس

وجدت لكل دبوس من ذلك  $\frac{1}{4}$  ٣٧ بخلاف ما إذا قطع الصانع الدبابيس عشرة عشرة وسنّها كذلك وعدّلها أيضا كذلك فانه يلزم له في الحقيقة أن يحدث لصناعة كل دبوس ٣٧٥ حركة وإذا فرضنا أن جميع هذه الحركات تصادف محلا ولا يضيع منها حركة سدى كان هذا العدد كبيرا بالنسبة لصناعة شيء هين كالديبوس

وقد سبق أن الصانع إذا لم يكن متعودا على تكرار هذه الحركات الأولية وألزم بعمل الدبابيس واحدا بعد واحد لم يعمل منها عشرين في كل يوم بمعنى انه لا يمكنه أن يحدث في يومه من الحركات النافعة ما يزيد على ٧٥٦٠ حركة بل وتضيع منه أربعة اجناس زمنه بدون فائدة وذلك من وجوه \* الاول بطء هذه الحركات وتراخيها \* الثاني عدم الموازنة والاتلاف عند الانتقال من نوع الى آخر في كل وقت \* الثالث كونه لا بدله من تغيير بعض الآلات واستبداله ببعض آخر ثم تغيير هذا البعض ايضا بعد مضي مدة يسيرة وبالجملة فن الفنون النفيسة النافعة (رؤساء المعامل والورش معرفة توزيع الاشغال الى مباد اولية سهلة بهذه المثابة وتقليل عددها حسب الامكان بحيث يكون كل جزء من الشغل موزعا على حدته على الصانع و بما كانت فائدة التوزيع في الورش الكبيرة اعظم منها في الصغيرة لكثرة الصناعات في الكبيرة وزيادة عددهم على صناعات الصغيرة وينبغي عند التوزيع مزيد الاعتناء بحساب مدة كل نوع من انواع الاشغال حتى يحصل تناسب بين تلك الانواع وعدد الصناعات المنوطين بعملها وهذه الطريقة لا يبقى احد منهم بدون عمل ويبلغون جميعا اقصى درجة في السرعة

ومن فوائد توزيع الاشغال التي يعملها الانسان كون ذلك يؤدي الى عدة عمليات سهلة منتظمة يمكن عملها بالآلات الميكانيكية مع غاية السهولة ففي مثال الدبابيس الذي ذكرناه يمكن أن يستعمل في سن بجلة من الدبابيس المصنوعة في الورشة دفعة واحدة احجار مخصوصة وكذلك يمكن استعمال الملاوى في طي بجلة من الحلقات الصغيرة التي تتكون منها رؤس الدبابيس وثنيها

دفعه واحدة واستعمال المقصات التي تقطع دفعة واحدة جملة من الخيوط المعدنية بحيث تكون على الطول المناسب لحجم الديابيس وأما اخراج تلك الخيوط من المسحبة وتحويلها الى دبايس بالآلة واحدة متنوعة الحركة فذلك من الامور الصعبة التي يحتاج الى كثير كلفة وكبير مشقة

فعلى ذلك تكون فائدة توزيع الاشغال متضاعفة اذ به تصبح اشغال الانسان سريعة ويصير اتحادها مع اشغال الآلات سهلا مؤثرا وقد سبق أن الحركات اذا تكررت تمرت عليها الاعضاء المخصوصة بها وصارت من اسهل شيء عليها بدون أن يكون للعقل في ذلك مدخلية الا انهم قالوا ان عدم مدخلية العقل في التعليمات من اعظم المضار التي تقرب الانسان من الهائم وقد يفضي الى تأخر استكمال الفنون الميكانيكية

وقد ذكر بعض الخذاق من المؤلفين أن اقبح شيء في الانسان هو أن لا يعرف مدة حياته الا صناعة عشر ديويس فقط وذلك من اعظم المضار التي تحل بالصناعة وتضر بتقدم الفنون

ولكن لاجل الضبط في الصناعة ينبغي أن يلتفت الى المجموع لا الى التفاصيل وأن ينظر الى مجموع الصناع لا الى افرادهم فانك اذا قابلت اثنين مختلفين ببعضهما كما لو قابلت مثلاً امة الرومان التي كانت تحتقر الفنون الميكانيكية بامة الانكليز التي تبذل جهدها في اقامة الآلات الميكانيكية مقام الانسان في الشغل وجدت في صورة تساويهما في عدد افراد الصناع أن احدهما تريد على الاخرى اناسا كثيرين لا يشتغلون بانفسهم كالهائم

فكنت ترى في مبدء الامر عند الامة الرومانية عددا كبيرا من الناس يشتغلون بانفسهم في ادارة اشجار الطواحين لاجل طحن القمح وعصر الزيت ورفع الماء لما أن رؤساءهم كانوا يجهلون فن استعمال القوى الطبيعية الذي يتقنه الانسان من مثل هذه الاشغال الصعبة التي هي البق بالهائم المعدة لنقل الاجال وجر الاتقال بخلاف الانكليز فان هذا الشغل عندهم انما يكون بقوة الماء والهواء والبضار

وكذلك في الفنون الخشبية المستغلظة ترى أن جملة من الاعمال الصعبة المادية التي كان يعملها عند الرومانيين اناس اشبه بالبهائم لا تعمل الآن عند الامم المتقدمة الا بواسطة الآلات فعوضا عما كان عند الرومانيين من حكمة الملاحين الذين يسيرون المراكب بواسطة الجحاذيف مع غاية المشقة التي بها صار هذا العمل يضرب به المثل في كل شغل صعب بل واقول عوضا عن غير ذلك من اشغال السفن الصعبة استعمل المتأخرون قوة الهواء فتراهم الآن يستعملون البخار حتى استراح السفان من كثير من الاعمال التي تجعل صناعة البحر من اصعب الصنائع وان كانت متقدمة مستكملة

وغاية ما عرفته من الفرق بين شغالة المتقدمين وشغالة المتأخرين هو أن المتقدمين كانوا يعملون بأقسام الاعمال الصعبة التي هي أليق بالآلات واما المتأخرون فيعملونها مع الخفة والسهولة ألا ترى أن الاول كانوا يدبرون الاحجار بأنفسهم والاخر يسنون الباييس وكان المتقدمون يحتركون الجحاذيف الثقيلة بأيديهم والمتأخرون انما يدبرون اللوالب او يرفعون الصمام ومثل ذلك بحسب الظاهر لا يقضى الى تعب ولا يضر بصحة البشر

وقد اظهرت صناعة المتأخرين اعمالا كثيرة كان يجعلها القدماء بالكلية وكانت سببا في اتساع دائرة العقل وازدياد المعارف فان طواحين الهواء والماء والبخار زيادة على كونها اتقنت النوع الانساني من معاناة هذه الاشغال الصعبة التي حقها أن تكون بواسطة الآلات تستدعي بالنظر لعمارتها وصناعتها كثيرا من الصنائع الماهرة من اصحاب المعارف الذين لهم خبرة بالميكانيكا والطبيعة والكيمياء وكذلك بقية الحرف على اختلاف انواعها كصناعة الساعات والآلات الحسائية والآلات الهيثة والآلات النظرية ونحو ذلك فانها تستدعي صناعات ممتزجة ذوى قرائع ومعارف وبذلك يعرف أن الفنون التي جهلها المتقدمون وعرفها المتأخرون كثيرة جدا ولا شك أن كل فن منها يستدعي صناعات مخصوصين وآلات جيدة ومجموع ذلك كله يستدعي ايضا بالنظر لاجرائه وعموم ادارته وكذلك بالنظر لعملياته الاصلية اناسا ذوى خبرة صحيحة



وعقول ذكية رجيحة

ولاحظ أن يستنبط من ذلك اعتمادا على حوادث صحيحة واقعية أنه مع توزيع  
الاشغال ومع الصناعة الآلية التي انخرط في سلكها عدة فنون مستكملة  
بواسطة تقدمات هذه الفنون لاسيما باستكشاف الميكانيكا يوجد الآن  
من الصناعات المحتاجين الى ما هو لازم لصنعتهم من الفطنة والممارسة اكثر  
مما كان يوجد منهم في الزمن السابق عند الام التي لم تكن الصناعة عندهم  
مستكملة وقد عرفت أن لا التفات الى ما وقع من الاعتراضات الواهية  
والمناقشات اللاغية في شأن استعمال الآلات وتوزيع الاشغال لما أن ميل  
الخواص الى تكرار الحركات البسيطة السهلة المشابهة مع الانتظام والسرعة  
يجعل هذا التوزيع من أهم الامور واكثرها فائدة

وانما يجب الالتفات الى معرفة الوسائط القوية المتنوعة التي تستعمل  
في تحصيل نتيجة عظيمة من القوى البشرية المتوزعة على اشغال الصناعة  
بحسب تقسيم تلك الاشغال وتوزيعها اللازم وانما تحصل تلك النتيجة  
باستعمال العدد والآلات والادوات الجيدة وبالاسراع في العمليات بسرعة  
مناسبة لقوة المواد واللاهية ولزوم الاحتياجات التجارية وبأن يضاف  
الى ذلك جميع وسائط المعرفة والمهارة التي بها يمكن اجتناء ثمرة ما ينتج عن  
الملاحظة والدقة

فنبعث حينئذ عن تعليم الناس المعتدين للصناعة وهذا التعليم ليس الغرض  
منه مجرد تدويد الاطراف والجسم على الحركة بل الغرض منه ايضا استكمال  
الخواص كما ذكرناه في المدرسين الاولين وكذلك استكمال العقل ومعرفة القراءة  
والكتابة والحساب والهندسة والميكانيكا المستعملة في الفنون

ففي ضمننا جميع تلك الوسائط الى بعضها لاجل أن تحصل من القوة البشرية  
على اعظم نتيجة ممكنة تعجبا غاية العجب من النتائج العديدة المتنوعة الكاملة  
المتحصلة من هؤلاء الناس فاذا زدنا في الناس التمكن على الصناعة وسائط  
المعرفة والتعود على الملاحظة فان استكالات الفروع التي نشأ عن مجموعها

نتائج عظيمة تزداد في جميع انواع الاشغال فتزداد بذلك الاختراعات وتكثر الابتداعات ولا بد أن يكون فيها اشياء مهمة كثيرة النفع وبهذا تأخذ الصناعة في سرعة التقدم والاستكمال

وحيث اتنا الى الآن لم نكلم على اشغال النساء اليدوية وجب علينا أن نلتفت الى هذا الغرض المهم فنقول ان قوة النساء العضلية أقل بكثير من قوة الرجال لانهم دائماً عرضة لامراض كثيرة فانهن متى حملن صرن غير مقتدرات على الشغل البدني بالكلية بل ربما كن غير صالحات لاشغال الصناعة مطلقاً في اواخر مدة الحمل وفي ايام الولادة وما قاربها وكذلك في مدة الرضاع وتربية الاطفال لا ينفعهن في اعمال الفنون الاندرا

فحينئذ ينبغي أن لا يناط النساء الا بالاشغال التي مدخلية العقل فيها أعظم من مدخلية القوة الطبيعية فان عقولهن يملن الى الرقة كثيراً وفيهن قابلية لمزيد الالتفات والنبه الى ما كان من الاشياء بسيطاً سهلاً لاما كان صعباً يستدعي دوام الفكر وقوة الفطنة في جميع الاوقات

ولا يخفى أن الصناعة متى تقدمت وجد فيها اشغال كثيرة تليق بالنساء فان المرأة التي لا تقدر مثلاً على مباشرة الاشغال الكبيرة بقوتها يمكنها أن تلاحظ حركة آلة قوية بأن توقفها عن الحركة او تحتركها بواسطة رافعة صغيرة او وزر خفيف بحيث يمكنها اجراء هذا العمل احسن من القوي من الرجال

فعلى رؤساء المعامل والورش أن يوزعوا اشغالهم على الاشخاص توزيعاً مناسباً بحيث يكون للنساء فيها وظائف يقدرن على اجرائها بهذه الطريقة يمكنهم أن يقللوا اجرة الرجال وان كان مجموع اجر الصانع جميعاً يبلغ مقداراً عظيماً وجميع ما قيل في حق النساء يقال في حق الاطفال بمعنى انه لا ينبغي أن يناطوا الا بما كان في وسعهم من الاشغال التي لا تضرب بصحتهم وينبغي ايضاً أن يعطى لهم من الزمن فسحة كافية تتسع فيها دائرة عقولهم بمبادئ التعليمات (راجع ما يتعلق بذلك في الدرس الثامن والتاسع في الصناعة من الجزء الثاني من هذا الكتاب) وهناك امر اخر مهم جداً يتعلق بتربية طائفة الصانع

وهو انه يلزم تعويدهم بالتدريج على احترام بعضهم بعضا وعلى معرفة اهمية المعيشة الالهية المنتظمة وتعميرهم على معرفة ما يترتب في الممالك المتقدمة من السودود والشرف على حسن سلوك الرجال والنساء وتوقير بعضهم بعضا الذي ينشأ عنه ايضا الائتنام والسعادة ومتى رأيت الراحة ناتجة عن تقدم الصناعة واستكمالها وجدت الاشغال البدنية التي كانت لا تعمل الا بالقوى البشرية تعمل بواسطة الآلات ورأيت اعمال الصناع تستمدح مزيد العلم والتفكر والفطنة والتمييز وبما ترتب على هذا التغيير والاصلاح الحاصل في الاشغال اصلاح الاخلاق وتمذيبها وبذلك تحصل مبادئ السعادة الالهية والراحة العامة

### • (الدرس الخامس) •

#### (فيما يتعلق بقوى الحيوانات)

ومع ما نحن عليه من استكمال العلوم واتساع دائرة الفنون لم نزل نستغرب ما عليه النوع البشري من كمال العقل وقوة الفطنة التي وصل بها الى استعمال قوى المواد الغير الحية في تحصيل محسولات منتظمة ونتائج صحيحة مضبوطة القياس من حيث أبعادها ومدتها وشدةها واغرب من ذلك هو أن البشر عرفوا من مبدء التمدن والاجتماع والتأنس طريقة تقع الحيوانات ذات العنقوان والسدة وكيفية تذليلها وعرفوا ايضا طريقة تغيير ما لا يقبل التغيير وميزوا بين طبائع الاجناس والاصناف وعرفوا كيف يكسبون هذه الحيوانات صفات التذلل والتأنس والاتقياد والطاعة بدلا عن النفور والتوحش حتى انطبع ذلك فيها وصار من صفاتها الغريزية وهذا هو اول ما استكشفه العقل البشري واستخرج من حيز الجهالة ولكن هذا الامر الذي هو في حد ذاته يوجب التعجب والاستغراب على الدوام قل استغرابه وتناقض استعظامه بسبب تكرره واعتياده قتل أن يكون لنا الآن فضل فيما يصدر عنا في هذا المعنى من التذليل والتأنس والتعليم للحيوانات التي تأنست منذ مدة طويلة حتى صرنا نستخدم اصنافها

في ضرورتنا

في ضرورتنا واحتياجاتنا وصارت افرادها بالنسبة اليها كالعبيد  
والاصحاب بل اذا قابلنا هذه الافراد بافراد اخرى من صنفها متوحشة  
لم تتأنس ولم تخالط النوع الانساني عرفنا انه لا يذلل لبشر من مزيج المهارة  
والصبر والشجاعة حتى يذل عدّة عظيمة من تلك الحيوانات التي هي اكثر منه  
سرعة وقوة وجسارة

وليس في الحيوانات المتأنسة ما يستعمل في الاشغال الا اصناف قليلة  
وذلك لان معظمها لا يستعمل الا في ضرورة الغذاء والقوت وبعضها  
يستعمل في مجرد الحظوظ واللهو كالطيور المغردة والحيوانات المقلدة ومنها  
ما هو كثير التلطف والتودد فيكتسب بذلك منا الميل والمعزة حتى نأخذ  
صاحبها ورفيقا غير أن هذه الحيوانات لما كانت مجردة عن التصور والتفكير  
في شأن صرف الدرهم من سعادة وشقاء كانت في خسة العبودية وذلل الطبيعة  
على حالة واحدة بحيث لا يزيد ذلك فيها بازدياد عظمتنا وثروتنا ولا تنقص  
بنقصان اموالنا وقوتنا فلذا كان الانسان اذا اشتد فقره وصار على غاية  
من الفاقة والمسكنة لا يبقى معه من الاصحاب الا الكلب

ثم انه زيادة على اهمال اصناف الحيوانات التي لا تستعمل الا في اللهو  
والحظوظ وعدم التعرض للكلام عليها يلزم أن تقتصر هنا ايضا على اصناف  
الحيوانات التي يحصل عن قوتها محصولات ميكانيكية كثيرة الفائدة والمنفعة  
فنقول

ان هذه الاصناف المهمة تختلف باختلاف صورها الظاهرية وزيادتها  
الباطنية وهذا الاختلاف الذي هو من موضوع علم التشريح المقابل  
والفلسوفية ينشأ عنه في هذه الحيوانات تفاوتات شتى بالنظر الى قوتها  
من حيث هي وبالنظر الى كيفية استعمال قواها والى مدة الشغل الذي  
في طاقها ولما كان لا ينبغي لنا هنا أن نتكلم تفصيلا على هذه التفاوتات لكونها  
من موضوع علوم اخرى رأينا أن تقتصر على ايراد بعض امثلة سهلة  
متعارفة يتوصل بها الى معرفة هذه الاختلافات الكبيرة فيما يخص القوة

والتركيب فنقول

إذا اعتبرت حيوانا من حيث جمال صورته وقوة بنيتة وكونه يرفع مع الخيلاء  
والاعجاب رقبته اللينة ورأسه الذي يلوح عليه علامات الجية والشدة وكونه  
لين الجسم ناعم البشرة قابلا للحركات السريعة المتنوعة دقيق عظم الساق  
ثابت القدم إذا ماررأيت لسيقائه واقدامه اتصالات متنوعة واندفاعات  
مختلفة باختلاف انواع السير بطا وسرعة وكذلك من حيث صبره على قطع  
المسافات الكبيرة واقداره على مجاوزة الخنادق والحفر الواسعة والربوات  
العالية بوثبة واحدة وكونه هو الذي أمكن استعماله من الحيوانات لجبر  
ما فيها من البطء وعدم ادمان الحرككة وجدت هذه الاوصاف العجيبة  
وان كالم نستوعبها كلها متحققة في صف الخيل الذي أمكن للنوع الانساني

تذليله وتعويده على السير والحروب

واذا اعتبرت حيوانا آخر لم يكن على هذه الصفة اللطيفة بل كانت اعضاءه  
صلبة ورأسه ضخما ثقيلًا مرتبطا بالجذع بواسطة اعصاب كثيفة وجبهته  
عريضة لها قوة عظيمة في الدفع والمصادمة وحركته في المشي بطيئة لقصر  
سيقائه وعدم لين مفاصله ولكنه كثير الصبر والمداومة على مكابدة العمل حتى  
انه يستغرق الايام الطويلة من القجر الى الغروب ماعدا بعض اوقات قليلة  
للاستراحة في شق الارض اليابسة الصلبة وجدت هذه الاوصاف متحققة  
في صف الثيران الذي ينبغي استعماله في المجهودات العظيمة والمشايق الجسيمة

مع التؤدة والثاني

ومعرفة مثل ذلك اهم واولى من معرفة تأليف الحيوانات وتسييرها ومعرفة  
طباعها بل واقول انها اهم ايضا من تعليمها وتربيتها وهي ليست اجنبية  
مما نحن بصدد غيراته لما كان استيعاب الاوصاف على الوجه المذكور  
عما يطول شرحه لزم أن نكتفي في ذلك بالاحالة على ما ذكره منها بوفون  
في طبائع الحيوانات فانه بذلك اكسب الشهرة المخلدة وحاز الفضل وحسن  
السيرة الدائمة مادامت تلك الحيوانات التي أحسن في وصفها بأسلوب فصيح

وأجاد في بيان طبائعها على وجه صحيح  
 وأحيل القارئ ايضا على مختصر مفيد للموقف بوريلي تكلم فيه على قوة  
 الحيوانات وكذلك أحيله على بعض دروس من التشرريح المقابل للمعلم  
 جوويه جمعها ونشرها المعلم دى موريل احد اعضاء اكدمية العلوم  
 فان هذه الدروس تكلمت على سكون الحيوانات وحركاتها بلحوظات دقيقة  
 ومناقشات نفيسة تنفع من أراد استعمال قوة الحيوانات في الصناعة  
 والافوق أن يؤلف في ذلك كتاب كامل يشتمل على تربية الحيوانات النافعة  
 ويتكلم على الوسائط المتنوعة التي تستعمل في تذليلها وتعويدها على الاشغال  
 التي يحتاجها النوع الانساني فاذا شرح هذا الكتاب بما يحتاج اليه من  
 الهندسة والميكانيكة والتشرريح والفلسوفية وامتنع ما فيه من العمليات  
 الاصلية باجرائها على اقواعد والنسائج النظرية فلا بد وأن تحصل منه على  
 معارف جديدة جيدة تخص استعمال قوى الحيوانات في اشغال الصناعة  
 مع كثير من النفع والفائدة

وقد يستعان على الاشغال في بلاد الشمال بقر الوحش اذا تانس وفي بلاد  
 المناطق المعتدلة بالفرس والحمار والبغل والثور والجاموس والكلب  
 وفي الاقطار الحارة بالجار الخياط والبقيل والجل والهجان وغير ذلك ولا تنعزض  
 للبحث عن القوى الحيوانية التي يمكن استعمالها في الصناعة بغير اقطارنا  
 ولنقتصر على الاهتمام بمعرفة النوع الاصل من الحيوانات الشغالة التي هي  
 كلها من ذوات الاربع كما يشهده العيان لفرط قوتها وقبولها للتأنس اكثر  
 من غيرها ونبدء منها بالخليل لانها اكثر استعدادا للعمل والجر وانواع السرعة  
 المتفاوتة والتجلد على قطع المسافات الطويلة اليومية فتقول  
 ان الخيل ليست على حد سواء في الاستعداد لجميع انواع الحركة بل منها  
 السمين الذي لا يصلح للجر الاحمال الثقيلة ومنها الضئيل الخفيف المرتفع  
 القامة الذي يصلح للعدو والجرى اكثر من غيره  
 وللعادة دخل في اكساب الخيل استعدادا قليلا او كثيرا لانواع كثيرة من

الاشغال فتجد الخيل المتعوده على السير في البلاد الجبلية مثلا تصعد وتهبط على الطرق الوعرة المتحدرة بدون تعب بخلاف المتعوده على مجرد السير في السهول

وبالجملة فانواع الخيل مختلفة فمنها ما هو على القامة ومنها ما هو عريض ومنها ما هو قوى ومنها ما هو رقيق خفيف وهي ايضا متفاوتة في هذه الاوصاف قلة وكثرة وبموجب تلك الاوصاف المختلفة يكون استعمالها فيها ما يستعمل للزينة والرماية ومنها ما يستعمل في الاشغال النافعة كغيره من الحيوانات المعدة للعمل او الجزر ومنها ما يستعمل في السير البطيء ومنها ما يستعمل في السريع سواء كان كل من البطء والسريعة قليلا او كثيرا وفي مملكة فرانسبا بعض أنواع من الخيول الطريفة المستعملة لجميع الشروط اللازمة لساير الاشغال الا انها السوء الحظ قليلة الافراد وهي ايضا صغيرة ضعيفة فان الحروب الاخيرة هلك فيها بالتدريج معظم تلك الخيول النفيسة حتى اضطررنا الى بذل الجهود في تعويض ما خسرت الصناعة من هذا النوع

ثم ان القوس الجيد الذي يحمل فارسه وجميع ما يلزم لهما من الادوات واللوازم يمكن أن يقطع مع هذا الجمل الذي يبلغ ٩٠ كيلو غراما مسافة ٤٠ كيلومترا في ظرف سبع ساعات او ثمانية من كل يوم فتكون جملة شغله اليومية ٣٦٠٠ كيلو غرام منقولة الى كيلومتر واحد

والجمل المعتاد للقوس المعداد من حيوانات الاحمال قد يحصل فيه التفاوت من ١٠٠ الى ١٥٠ كيلو غراما بمعنى أن نتيجة شغله النافعة ٤٠٠٠ كيلو غرام منقولة الى كيلومتر واحد في طريق اقضية تقريبا

وقد سبق أن نتيجة شغل الجمل اليومية عبارة عن حمل قدره ٤٤ كيلو غراما ينقل الى ٢٠ كيلومترا أعني ٨٨٠ كيلو غراما منقولة الى كيلومتر واحد وذلك عبارة عن خمس نتيجة الشغل اليومي للقوس المستعمل لحيوانات الاحمال فعلى هذا يمكن نقل هذا الجمل في يوم واحد الى نفس تلك المسافة بعشرين فرسا او بمائة رجل فاذا جرينا على ما هو المعتاد من تقويم قوة

فمن الجمل بقوة ثلاثة رجال يحملون الاثقال على ظهورهم فأقل ما يبلغ الخطأ  
٤٠ في كل مائه

وأعظم طريقة في استعمال الخيل هي أن تستعمل كحيوانات الجر لا كحيوانات  
الجمل فإذا عملنا بمقتضى ما وجد في الخانات التي تخرج منها الاجال من  
الحسابات المنظورة فيها الى القوة المتوسطة لتحويل الجر رأينا أن القوس يمكنه  
أن يجتزى في اليوم الواحد ٧٠٠ كيلوغرام فصاعدا الى ٧٥٠ بدون  
أن نحسب في ذلك ثقل العربة ويمكنه أيضا أن يقطع بهذا الجمل على طريق أقصى  
مسافة ٣٨ كيلومترا في اليوم الواحد فعلى ذلك تكون نتيجة شغل النافعة  
٧٠٠ كيلوغرام او ٧٥٠ مكررة ٣٨ مرة ومنقولة الى كيلومتر  
واحد بمعنى انها في الصورة الاولى تساوى ٢٦٦٠٠ كيلوغرام  
وفي الثانية ٢٨٥٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد ومن هنا  
تظهر منفعة الآلات فالتاواستعملنا آلة بسيطة خفيفة الكلفة كالعربة  
التقال ذات العجلتين رأينا أن ما كان يتحمل بالجمل على الظهر  
٤٠٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد يتحمل بجتر هذه الآلة قدر ذلك  
سبع مرات

ولو قابلنا شغل حصان يتحمل بالجتر بشغل انسان يحمل على ظهره وجدنا نتيجة  
الأول قدر نتيجة الثاني ٣٢ مرة فاذن كل اثنين وثلاثين جمالا لا يتحملون  
بالجمل على ظهورهم الاجل حصان واحد يتحمل بالجتر وهذه نتيجة  
مهمة جدا

وخمول الجتر تمشي دائما بالتأني والراحة وانما تكون حركتها بطيئة قليلا  
في الصعود وسريعة قليلا في الهبوط وهذا تقريبا كسير الجيوش القرساوية  
السرير فهي تقطع في الساعة الواحدة مسافة ٤ كيلومترات فأكثر  
الى ٥

ولتكنكم الآن على شغل الخيل المستعملة في جتر العربات مع سرعة السير فنقول  
ان عربات السفراى العربات التي ينزل فيها المسافرون لا يجرها عادة الا بالخيل



التي تسير خبيبا بحيث تقطع في الساعة الواحدة بريداً أعني ٨ كيلومترات  
فعلی ذلك تقطع في اليوم الواحد مسافة ٣٤ كيلومتراً فاصعد الى ٣٨  
وهي على العموم كل واحد منها يتقل ثلاثة اشخاص بأمتعتهم ولا يحسب عادة  
على السياح ١٥ كيلوغراماً من أمتعته بل ربما كان معه ضعف ذلك  
بدون حساب ولا يحسب عليه ايضاً ما معه من الصرر التي تخص مأموريته  
مع أن ذلك كله محمول على العربية وحينئذ فلا مانع أن نقول بدون مبالغة ان  
جمله الاثقال التي لا تحسب على كل مسافر تبلغ ٥٠ كيلوغراماً وباضافتها  
الى زنة جسمه المقدرة بسبعين كيلوغراماً تبلغ ١٢٠ كيلوغراماً  
وباضافة ذلك الى الثقل المقدّر لكل حصان تبلغ ٣٦٠ كيلوغراماً فاذا  
ضربنا هذا العدد في ٣٦ كيلومتراً التي هي مقدار المسافة المتوسطة  
المقطوعة في اليوم الواحد تحصل معنا ١٢٩٦٠ كيلوغراماً منقولة الى  
كيلومتر واحد

وقد كان يمكنني أن اخذ بعض هذه الحسابات من رسالة جونيور التي ألفها  
في تجربة علم الآلات الا اني وجدت النتائج التي استخرجها من هذه  
الحسابات تحتاج الى بعض تحقيق ونظر

ثم اتنا نجد مقدار ١٢٩٦٠ كيلوغراماً المنقول الى كيلومتر واحد هو  
النتيجة النافعة للحصان الذي سرعته في السير ضعف سرعة حصان الجر الذي  
نتيجته النافعة ٢٥٨٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد فعلى ذلك  
اذا لم نعتبر الاثقل الاشياء المراد نقلها والمسافة المراد قطعها بدون اعتبار الزمن  
رأينا أن الاصوب استعمال خيول الجر دون خيول عربات السفر

ولاجل نقل الاثقال والاشخاص من مدينة باريس الى مدينة كالس  
تأخذ عربة السفر على كل كيلوغرام اجرة متوسطة قدرها ٢٥ سنتيمات  
واتما عربة الجر تأخذ على كل كيلوغرام ٩ سنتيمات

ونسبة النتائج النافعة اليومية لخيول السفر وخيول الجر كنسبة ١٠٠ : ٢٢٠  
بجلاف نسبة اجر النقل فانها كنسبة ٢٧٨ : ١٠٠ فينتز

يومية حصان عربية السفر تزيد على يومية حصان عربية البحر الرابع تقريبا  
ولكن هذه الابرة لا بد منها لاصحاب البوسطة مكافأة لهم على سرعة خيلهم  
ولا بد منها ايضا لصانع عربات السفر نظرا الى أن عرباتهم أعلى قيمة من عربات  
البحر

وهذا التقريب يكفي في بيان أن تقويمنا للنسب التي بين التسامج النافعة  
لعربات السفر وعربات البحر ليس بعيدا عن المقدار المتوسط الحقيقي لان مثل  
هذه المباحث يقتصر فيها على التقريب الممكن  
واذا لم نلتفت الا الى الاقتصاد في كمية العمل وأجرة النقل فلا نستعمل  
الا عربات البحر كما تقدم

ثم ان عربات السفر الاولى اى التي هي اول ما صنع من هذا النوع كانت  
لا تزيد في السرعة على عربات البحر الا قليلا ومع ذلك كان في استعمالها اقتصاد  
ووفر عظيم وكانت ملائمة للبلاد التي كانت فيها الصناعة اذ ذلك غير متقدمة  
والمعارف غير متسعة ولـكن كلما تقدمت الفنون واتسعت دائرة التجارة  
وجدت كما في الدرس السابق أنا كما كثيرين من اصحاب الاشغال المهمة يعرفون  
قيمة الزمن حق المعرفة فخل هؤلاء الاشخاص يحبون السفر بغاية السرعة  
ولو بلغت الابرة ما بلغت فهذا هو اصل زيادة السرعة في عربات السفر  
بالتدريج ومن ثم كانت البلاد التي استكملت فيها الفنون واتسعت فيها دائرة  
التجارة هي التي يسافر فيها الاشخاص مع غاية السرعة في بلاد ايطاليا  
لايسافرون الا على عربات سرعتها تزيد النصف على سرعة عربات البحر  
وفي فرنسا تكون سرعتها ضعف سرعة عربات البحر مرة او مرتين  
وفي انكلترا ثلاثا او اربعا وكثير من طرق هذه المملكة ما تقطع فيه الخيل  
في الساعة الواحدة مسافة ١٢ كيلومترا وفي اليوم الواحد مسافة  
٤٠ كيلومترا فصاعدا الى ٤٨

وكل أربعة من خيل الانكليز تجزأ أربعة اشخاص يجلسون في داخلها وتسعة  
فوقها واثنين في محل العربي فالجموع خمسة عشر

فأذن كل حصان انكليزى يجتر ثلاثة أشخاص و  $\frac{1}{2}$  وذلك أكثر من الخيل  
الفرنساوية ولكن العربات الانكليزية خفيفة جداً حتى انه لا يحتاج فيها الى  
سواق يركب ظهر الحصان فينقص قوته الثلثين تقريباً  
فاذا قدرنا أن السباح مع اثقاله يبلغ في انكلترة ١٢٠ كيلو غراماً  
كما في فرنسا رأينا أن الحصان الانكليزى ينقل ٤٥٠ كيلو غراماً الى  
مسافة ١٠ كيلومتراً وهو يساوى ١٨٠٠٠ كيلو غرام منقولة الى  
مسافة كيلومتراً واحداً (وليلحظ أن اثقال السباح في انكلترة أقل بكثير  
مما في فرنسا كما أن عربات السفر فيها لا تحمل من الاثقال ما تحمله العربات  
الفرنساوية)

فأذن النتيجة النافعة للحصان الانكليزى الذى يجتر عربة السفر تزيد نحو  
الثلث تقريباً على نتيجة الحصان الفرنساوى  
وقد تصدى بعض مؤلفى الارلندية الى مقابلة الصناعة الفرنسية بالصناعة  
الانكليزية فلم يتصر على أن يفضل بكثير أبناء وطنه على اهل فرنسا بل فضل  
ايضاً خيول مملكته على الخيول الفرنسية وجعل بينهما تفاوتاً عظيماً حيث  
اثبت بمقتضى حساباته أن نسبة قوة الحصان من خيول البريد المستعملة  
في أدنى البوسطات يبلد انكلترة الى قوة الحصان الفرنساوى المستعمل  
في جتر عربات السفر كنسبة ٩ : ٤ مع انك اذا قومت زنة الاثقال  
والعربات تقويماً صحيحاً وجدت النسبة الحقيقية لا تبلغ ٦ : ٤

ومع انه قد تبين خطأ هذا المؤلف في حساباته فعلياً أن نلاحظ أن الائمة التي  
لا تفضل خيلها على خيل البلاد المجاورة لها الا بالثلث او الربع فقط تكون  
على فائدة عظيمة ومنفعة جسيمة اذ بواسطة هذه الحيوانات المساوية للحيوانات  
المفضولة في العدد وفي كمية الغذاء تقريباً تكون النتيجة المتحصلة عندها زائدة  
الثلث او الربع على النتيجة المتحصلة عندها من اصحاب الخيول المفضولة  
ولكن خيول انكلترة المستعملة في انواع الاشغال الصناعية على العموم لا سيما  
المستعملة في جتر العربات عموماً يزيد عددها بكثير على عدد الخيول المستعملة

في هذه الاشغال يبلاد فرنسا فعلى ذلك يكون الانكليزا اكثر جدًا في الحركة والانتقال من فرنسا وية

وقد اشتغلت فيما أبدته من الابحاث في شأن قوة ابريطانيا الكبرى بالمقابلة بين محصولات هذه المملكة المتحصلة من النوع الانساني وغيره من الحيوانات ومحصولات مملكة فرنسا فظهر من ذلك بين المملكتين نسبة تقريبية ينبغي الالتفات اليها ولتبدأ من ذلك بمقابلة عدد الافراد من كل نوع فنقول

في فرنسا في ابريطانيا الكبرى نسب

النوع الانساني	١٣٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠	٢٠٨٦ : ١٠٠٠
الخيل	٢١٢٢٦١٧	١٧٩٠٠٠	١١٨٦ : ١٠٠٠
البقر وغيره	٦٩٧٢٩٧٣	٥٥٠٠٠٠	١٢٦٧ : ١٠٠٠
الحيوانات ذوات الصوف	٣٥١٨٨٩١٠	٢٦١٤٨٤٦٣	١٣٤٦ : ١٠٠٠

ولتقابل الآن عدد النوع الانساني بعدد الحيوانات بأن نذكر من هذه الحيوانات عددا يناسب عشرة آلاف من الاهالى فنقول

في فرنسا في ابريطانيا الكبرى نسب

الخيل	٦٧٨	١١٩٣	١٠٠٠٠ : ١٧٥٩٦
البقر وغيره	٢٢٢٧	٣٦٦٦	١٠٠٠٠ : ١٦٤٦١
الحيوانات ذوات الصوف	١١٢٤٢	١٧٤٣٢	١٠٠٠٠ : ١٥٥٠٦

فاذا جعلنا قوة الانسان المتوسطة حدًا للمقابلة ظهر لنا على وجه التقريب من الاعداد الاتية القوى المتحصلة من الانواع الاتية

في فرنسا في ابريطانيا الكبرى

المحصل من النوع الانساني	١١٠٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠٠
من الخيل	١.١٠٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠٠
من البقر وغيره	٢١٠٠٠٠٠٠	١.٦٥٠٠٠٠٠
فيكون مجموع تلك القوى الحيوانية	٤٣٠٠٠٠٠٠	٣.١٥٠٠٠٠٠

وبناء على ذلك تكون نسبة مجموع قوى النوع الانساني في مملكة فرنسا الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى تسعة وعشرين وفي ابريطانيا الكبرى تكون نسبة مجموع قوى النوع الانساني الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى ثلاثة وخسين

واما الزراعة التي يستعمل فيها معظم قوى الحيوانات غير النوع الانساني فان شغل الانسان اللازم فيها لتكميل هذه القوى لا يقوم به في ابريطانيا الكبرى الاثلث الاهالي بخلاف فرنسا فانه لا بد فيه من الثلثين وعليه فالخصوص باشغال القنون والصنایع من اهل ابريطانيا الكبرى هو الثلثان ومن اهل فرنسا الثلث فقط وهذا بمجرد يدل على أن المحصولات الصناعية والتجارية التي تحصل في ابريطانيا الكبرى بواسطة القوة الحيوانية المنضمة الى القوة الانسانية تفوق بكثير محصولات فرنسا

ولهذه الحيوانات المستعملة في اشغال الصناعة والفنون منفعة اخرى في الصناعة فانه يتحصل منها مواد اولية كثيرة النفع والفائدة حتى ان الصناعة في ابريطانيا الكبرى تجدد كثيرا من المواد الاولية اللازمة لكل شخص من حيث شغله وصنعتة كالجلد والشعر والقرون والعظام والامعاء وغيرها ويراد على ذلك اصواف الحيوانات ذوات الصوف وجلودها فلذا كانت اشغال الصناعة يلزم لاجرائها مع ملاحظة النسبة المقررة كمية عظيمة من الاشخاص وكذلك الحيوانات التي يستعين بها الانسان على اشغاله فانه يتحصل منها ايضا في ابريطانيا الكبرى مقدار عظيم من المواد الاولية بالنسبة لما في فرنسا ولما كانت حيوانات ابريطانيا الكبرى على العموم اقوى من حيوانات فرنسا كان الغذاء المتحصل منها للانسان في نسبة ١ الى ٣ تقريباً وحيث كان هذا الغذاء الحيواني بتلك المثابة اي زائداً بقدر ثلاث مرات فان شغالة ابريطانيا يكسبون منه ايضا قوة عضلية كبيرة ويكسبون منه ايضا قوة على تحمل المشاق الصعبة والتجملد لها زماناً طويلاً

هذا ولا اطنب هنا في هذه الملاحظات لاني سأتكلم عليها تفصيلا وأبينها بيانا شافيا عند طبع بعض رحلاتي الذي تكلمت فيه على القوة المنتجة في ابريطانيا الكبرى

وقد عدت في مملكة انكلترا ١٠٠٠٠٠٠ حصان من الخيول الجزارة المعلقة في العربات الصغيرة والكبيرة التي تستغل ثلثمائة يوم من السنة ويجتز كل واحد منها في كل يوم ٨٠٠ كيلوغرام الى مسافة ٤ كيلومترا فيكون المجموع الكلي في السنة الواحدة ٩٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الكيلوغرامات منقولة الى مسافة كيلومترا واحدا فاذا أضفت الى هذا المقدار الشغل الذي لا يتقص عن عشرة اضعاف المجموع المذكور كالشغل المتحصل من خيل عربات السفرو عربات البوسطة وخيل التعليم وخيل الحراثت عرفت كمية القوى العظيمة التي ينتفع بها الانسان من الخيل في اراضي انكلترا القليلة الاتساع ولا تنس أن مجموع القوى المتحصلة عن الآلات البخارية يزيد بكثير عن مجموع قوى خيول الجزر وخيول الزينة معا فاذا حسبت بعد ذلك ما يستعمل في الملاحة على الانهار والخلجان والشواطئ من قوى الماء في الآلات المائية وقوى الماء والانسان جميعا عرفت كيف تكون البلدة الصغيرة من بلاد اوربا معدودة مع صغرها من البلاد التي تكون فيها القوة على العموم أعني مجموع ما يستعمل فيها من القوى الطبيعية كبيرة جدا

ثم ان الانكليز لم يكتفوا بكثير عدد الحيوانات التي يستعملونها بل اعتنوا ايضا بتحسين اصلها فتوصلوا بذلك الى تحصيل خيول جيدة ليست جودتها مقصورة على مجرد الزينة والسابق بل تصلح ايضا للجزر والشغل بل الظاهر انهم نجحوا في الاخيرين اكثر من الاولين ولكن حيث كان اغلب الناس على حب المظهر والزينة والمباهاة كانت المسابقة والراحة العظيمة في مملكة انكلترا سببا في شهرة خيالة الانكليز اكثر من غيرهم بخلاف حيواناتها المستعملة في الجزر فانها وان كانت قوية سريعة السير مع المداومة والمواظبة الا انها دون ذلك في الذكر والشهرة

ولما قابلنا شغل خيل عربات السفريين فرانسا وانكلترة وجدنا هذه الخيول تحصل منها في الثانية اكثر مما يتحصل منها في الاولى حيث انها في انكلترة تحدث نتيجة نافعة لاتزيد على ٥٠ في كل مائة واما خيول جزر الاقال فاتها في انكلترة تزيد في القوة على خيول فرانسا  
الربع تقريرا

وهذا في الحقيقة نقص ينبغي للحكومة والتجارة والصناعة ازالته بل وأظن انه يجب على ان أثبه عليه جميع الاهالي وجميع ابناء الوطن الذين يحبون وطنهم فان ذلك يعود علينا بالمنفعة العظيمة والفائدة الجسيمة وأقول ايضا انه يجب علينا وجوبا اكيدا ان نهم كل الاهتمام بتحسين اصل الخيل وأن لا ندع شيئا من اوصاف الجودة والحسن الا ونكسبها اياه وعوضا عن كوننا نستعمل في البوسطة خيلا صغيرة ضعيفة تقاد وتساق ويثقلها ثقل سواقها نستعمل فيها خيلا بلجم وعرجية او خيلا طويلة القامة يركبها صبيان خفاف الاجسام نحفظ قوتها بتدبير الغذاء ونعتنى بصحتها في جميع الاوقات فهذه الطريقة يحصل عاقليل تغير عظيم تزيد به الثروة الاهلية والقوة العمومية

وفي جميع اشغال الفنون تستعمل الخيل غالبا في التدوير ونقل الاثقال الى محال بعيدة قليلا او كثيرا وفي جميع هذه الاحوال ماعدا بعض احوال خصوصية تستدعي الاسراع والجرى ينبغي تسيير الخيل بالهوية على مهل حتى تحدث اعظم نتيجة مفيدة وينبغي ايضا في الاحوال التي تستدعي الاسراع أن تكون السرعة على حسب بنية الحيوان وقوته

ولما قوبلت النتيجة التي تحدثها خيول الجزر بالنتيجة التي يحدثها الرجال الجرارة وجد الفرنسيواية نتيجة القرم قدر نتيجة سبعة اشخاص ومقتضى الحساب الذي ذكرناه في الدرس الثالث أن الشغال الذي يشتغل بجزر العربات اذا قل في اليوم الواحد ٢٣٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد فحسان الجزر تقل في اليوم الواحد ٢٨٥٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد فينتد تكون نتيجة الحصان مساوية للنتيجة اثني عشر

شخصا ونصف

فاذا قدرنا حينئذ أن اجرة الشغال في كل يوم فرنك واحد و ٥٠ سنتيا  
كانت أجرته في اثني عشر يوما ١٨ فرنكا و ٧٥ سنتيا وأجرة  
الحصان الذي يحدث هذه النتيجة في يوم واحد لا تزيد على ٤ فرنكات  
فاذا زدنا على ذلك أجرة السواق التي قدرها فرنكان بلغت أجرة الحصان بتلك  
الزيادة ٦ فرنكات مع أن أجرة الشغالة الذين يحدثون هذه النتيجة بعينها  
تبلغ ١٨ فرنكا و ٧٥ سنتيا فاذا استعملنا عربة تجرها  
سنة خيول مع سواق واحد أجرته ٣ فرنكات في اليوم كانت أجرة كل  
حصان ٤ فرنكات و ٥٠ سنتيا وهي لا تبلغ ربع أجرة الشغالة  
الذين يحدثون هذه النتيجة

ولنتكلم الآن على قوة التحليل المستعملة في جتر الاقال فنقول انه يلزم قبل  
كل شيء بيان وصف الآلة التي بها يكون للجر قياس صحيح وهي المسماة  
بالدينامومتر

والمخترع لهذه الآلة هو موسيو رنية الذي كان سابقا محافظ خزينة  
المدافع الكبرى وكان اختراعه لها اجابة لسؤال كل من جينودوم وتبيلارد  
والشهير بوفون اللذين اجتهدا غاية الاجتهاد في بيان المنفعة الصحيحة  
لقياس القوى الميكانيكية وكان قد اخترع قبل ذلك جراهام آلة تعرف بها  
تلك القوى غير انها كانت عمرة البيان ويلزم تركيبها كية كبيرة من الاخشاب  
وقد وصف هذه الآلة تفصيلا ديرا جولييرس في كتاب الطبيعة

وقد اخترع ايضا موسيو لوراي احدا علماء اكدمية العلوم القديمة آلة  
من هذا النوع مركبة من انبوبة معدنية طولها من ٣ دسمترات الى ٤  
وموضوعة وضعا عموديا على قائمة كقائمة المصباح ومحتوية على لولب  
ذي مواسير عليه قصبه مدرجة في رأسها كرة واذا ضغطت هذه القصبه  
بالاصبع دخلت في الانبوبة كثيرا او قليلا على حسب الضغط فبواسطة هذا  
القسم المدرج يتبين مقدار الضغط وبه تعرف قوة الضاغط للكرة بأصبعه



اويده وهذه الطريقة وان كانت عظيمة الا انها لاتضاهى طريقة موسيو رنية في الصلاحية لقياس جميع انواع العمل وذلك أن موسيو رنية استعمل لولبا طويلا مغلوفا يمكن استعماله على طريقتين احدهما ضغطه بالعرض فتعرف به القوى الضعيفة الصغيرة وثانيته ما ضغطه بالطول فتعرف به القوى الشديدة الكبيرة وذلك أن هذا اللولب يحترلثا برة على عقرب مدرج تدريجيين اولهما عليه علامة الكيلوغرام لبيان القوى الصغيرة وثانيهما عليه علامة الميريا غرام لبيان القوى الكبيرة ومتى عرفنا قوة جر الخيل عرفنا قوتها الوقية اى مجموع قوتها اليومية فتجدها كبيرة جدا بالنسبة الى قوة الجر

فاذا استعملنا مقياس رنية وجدنا الخيل تحدث في قليل من الزمن جر يساوى جر الخيل الذى يتعلق به ثقل زنته من ٣٠٠ كيلوغرام فصاعدا الى ٥٠٠ كيلوغرام فيكون الحد المتوسط للجر ٤٠٠ كيلوغرام ولما كانت الخيل التى تحدث أعظم نتيجة في الجر الوقتى هى التى تحدث في اليوم أعظم نتيجة في الشغل قدر موسيو رنية قيمة خيل الجر على حسب مقياسه وقال ان هذه الالة وسيلة للمشتري يعرف بها قيمة الدابة التى يريد شراؤها قبل أن يعرف سيرها

واذا استقرت الفرس على شغل واحد مدة يومه أحدث من الجر ما يساوى ٦٠ كيلوغراما فصاعدا الى ٩٠

فاذا فرضنا حينئذ أن قوة جر الفرس تساوى قوة سبعة اشخاص استنتجنا من ذلك أن الانسان اذا اشتغل مدة يومه لا يحدث من الجر الا ٨ كيلوغرامات فصاعدا الى ١٣ وذلك أقل بكثير مما يحمله على ظهره ويقطع به المسافة التى يقطعها الفرس

ولنلاحظ ايضا أن جر الفرس ثلثين او سبعين كيلوغراما على ارض أفقية هو أقل بكثير مما يحمله كدواب الاحمال وذلك تقريرا نحو النصف واذا أحدث كل من الفرسين المعلقين في المحراث نتيجة تساوى ٧٢ كيلوغراما

وقطعا مسافة ٢٦ كيلومترا كانت نتيجة جترهما اليومية تساوى  
١٨٧٢ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتروا واحد

وفي بلاد انكلترا يقدرون أن القوس الذى يشتغل مدة ثمانى ساعات  
ويقطع فى كل ساعة ٤ كيلومترات يجتر مع قوة تساوى ٩٠ كيلوغراما  
تقلايساوى  $٩٠ \times ٨ \times ٤ = ٢٨٨٠$  كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتروا واحد  
وذلك تقريرا هو عشر النقل الذى ينقله القوس المستعمل فى جتر العربية

وينتج من ذلك أن استعمال العربات يجعل الانتقال الافقى أسهل من الجتر  
بغير آلة عشر مرات مع أن هذه السهولة لا تبلغ زيادتها عادة الاثمانية

وقد عمل موسيو رمفور عدة تجارب عظيمة ليختبر بها نسبة الانتقال  
المقولة على العربات الى قوة الجتر فوجد العربية التى تحتوى على ثلاثة أشخاص  
ترزن ١٠٦٠ كيلوغراما

ووجد الجتر على الارض المبلطة يساوى ما هو مذكور فى الجدول الآتى فرأى  
أن الجتر مع المشى الهوينيا أقل ما يساوى ٢٠ فصاعدا الى ٢٢ كيلوغراما

ومع الهرولة ٢٤ الى ٢٨

ومع الخلب ٤٢ الى ٤٧

ومع العدو ٦٠ الى ٦٥

والظاهر أن هذا الاختلاف مناسب لسرعة الخيل تقريرا بمعنى أن المسافة  
المقطوعة تبين كمية العمل المنصرفة بضرب الجتر اى القوة فى الزمن

فالجتر مع المشى الهوينيا يساوى ٢٨ فصاعدا الى ٤٢ كيلوغراما

٤٢ الى	٤٠٠	ومع الهرولة	على الارض
٤٤ الى	٤٠٠	ومع الخلب	
٥٠ الى	٤٢١	ومع العدو	

وعلى الارض (مع المشى الهوينيا) ٨٠ الى ٩٠

الكثيرة الرمل (ومع الهرولة) ٨٠ الى ٩٠

وعلى جسر (مع المشى الهوينيا) ٣٦ الى ٤٠

سفن كلود المنجبر (ومع الهرولة) ٤٠ الى ٤٢

وبمقتضى هذه التجارب تكون نسبة قوة الجتر بغربة مسيو رمفور مع المشى الهوينى على البلاط الى مجموع الثقل المنقول ٢٥ : ١ ولكن اذا لم نعتبر الا الاشخاص الثلاثة الذين فى العربى وجدنا النتيجة النافعة هى ثقل ثقل يساوى الجتر الضعيف عشر مرات ويلزم أن نلاحظ بعد ذلك أن زنة الاشياء المنقولة فى عربات المفركنة العربات المعتادة تقريبا فلذا امكن أن نعتبر أن قوة جتر خيول عربات السفر تساوى عشر الثقل المناسب الذى تنقله هذه الخيول بدون أن يكون فى ذلك خطأ بين وان كانت الخيل تكابد فى الهرولة من المشقة ما لا تكابده فى المشى الهوينى اذا كان سيرها على ارض مبلطة

ثم ان مسيو رمفور لما سافر الى بلاد ايطاليا (سنة ١٧٩٢) و (سنة ١٧٩٤) من الميلاد عمل تجارب نافعة ليعرف بها الاوفق من انواع السفر هل هو المشى الهوينى الذى هو عادة المسافرين الذين يسرون مدة النهار من طلوع الشمس الى غروبها او هو سير الهرولة الذى يفعله المسافر مدة اربع ساعات او خمسة من كل يوم مع الاستراحة مدة طويلة فرأى بمقتضى تجاربه أن خيله بعد أن سارت خمسة عشر يوما مع الهرولة التى كانت تقطع بها فى كل يوم من تلك الايام ثمانية فراسخ او عشرة أحسن حالة من كونها قطعت هذه المسافة بعينها فى الايام المذكورة مع المشى الهوينى وهذا من النوادر الغريبة ومنشأه ضرورة هو أن جتر خيوله المذكورة لم يصل الى الحد الذى يمكنها تحصيله بل كان أقل منه ولا مانع أن مسيو رمفور كان يسير فى طريقه على ارض محجرة او كان فى الغالب يسير على ارض معتادة لاعلى ارض مبلطة

وفى كل وقت يمكن معرفة ما يصرف من القوى اللازمة للجتر بالجتر نفسه فاذا كان جتر ٤٠ كيلو غراما مع المشى الهوينى على الارض المعتادة يدل على كمية القوى المنصرفة فى المدة اللازمة لقطع كيلومتر واحد مع السير المعتاد جتر الفرس لسته وأربعين كيلو غراما مع الهرولة أعنى مع سرعة تساوى السير السابق مرتين فى نصف المدة المتقدمة انما ينتج عنه فى شأن القوى

المنصرف ٢٣ لا غير ونصف المدة الباقي يكون للاستراحة وتعويض ما فقد من القوة في النصف الاول

وبذلك يعلم سبب كون الايطاليين عند عبورهم التصدد اي الاراضي المرتفعة يركضون خيولهم حتى تهزل وتمرع السير وذلك لان ما يفقده الفرس من القوى في الصعود مع السير السريع أقل مما يفقده منافع السير البطيئ ويؤخذ من ذلك أن الخيل اذا قطعت مسافة الطريق مع السير السريع ثم وقفت للاستراحة يكون تعبها في هذه الحالة دون تعبها في السير البطيئ حتى تصل الى آخر الطريق

وفي بلاد انكارة نجد خيول عربات السفر تقطع التجود بالهرولة وسرعة السير ما لم تكن هذه التجود صعبة جدا اي انها تقطعها بسرعة دون سرعة السهول بخص اوسدس وقد شاهدت ذلك في كثير من الطرق والساعة في يدي وقد كان الفرنسيون الى هذه السنين الاخيرة يخطئون في تحميل عربات السفر احمالا جسيمة متجاوزة الحد وأرجو عدم المواخذة فيما أقوله في شأنهم مما يتعلق بذلك لانه عين الواقع وهو أنهم كانوا في أغلب الاوقات يستعملون الخيول العاطلة المجردة عن الاستعداد في توصيل عدد معلوم من السياحين والانتقال بحيث اذا صادفت في طريقها بعض ارتفاعات قليلة او كثيرة اضطر الى ارتكاب أمرين أحدهما ترجي السياحين في التزول والثاني تسخير الخيل بسرعة أقل من الهرولة أربع مرات وذلك من اتبع الطرق وبالجملة لجميع ما يتعلق بخدمة العربات العمومية مكث مدة طويلة في علكة فرانس وهو على غاية من الفهم والجهالة وسائر العيوب الظاهرة ولم تتوصل الى هذه الحالة السهلة البسيطة الابتدائيل والازمان والاقتدار على الكلام والتعبير وقوة التفهم والتفويض ورخصة تعهد العربات حتى ترتب على ذلك أن صار الاهالي يأخذون من العربات ما يناسب حوائجهم وضرورتهم ويلايم حظوظهم ومسراتهم

ثم اني لا أطيب في الكلام على قوة الخيل وان كانت اعظم القوى الحيوانية

بل ربما كان لا يستعمل في اشغال الآلات سواها ومنع ما يترتب من القوائد  
على مقابلتها بغيرها من قوى الحيوانات الاخرى لا تبسط الكلام في هذا المعنى  
بأى وجه كان واتمناقتصر على بعض تنبيهات لابد منها في شأن الحيوانات  
لما انها من أهم الامور نظرا للعموم فنعلم من وجهين وهما الثروة وتهذيب  
الاخلاق فنقول

انه كان من جملة قوانين اثينا مدينة حكماء اليونان قانون مستحسن  
ياصر يقتل كل من سلك مسلك القسوة والجبر في شأن الحيوانات وليس ذلك  
لمجرد رعاية الحيوان فقط بل كانوا يخشون أن هذه القساوة ربما جرت صاحبها  
الى أن يعامل بها امثاله من النوع الانساني فكان هذا القانون يمنع وقوع بعض  
المصائب المخوفة وهو ما يذهب بالشفقة والرأفة من قلوب امة من الامم  
ولا يكتفى أن تقتصر على ما في ذلك من تهذيب الاخلاق بل يلزم أن تكلم ايضا  
على ما فيه من النفع والفائدة فان اسلوب كلامنا هذا وما سقناه في هذا الشأن  
من الادلة يدلان على فائدة الحيوانات والادميين حيث أتت نتيجة ذات  
وجهين وهما المنفعة ومحبة الناس بعضهم بعضا

فاذا وجدنا حيوانات من صنف واحد كالخيل مثلا تحت ايدي أناس مختلفين  
في الطباع رأيت أن هذه الحيوانات تكنسب من طباع من هي تحت ايديهم  
فتكون طباعها مختلفة ايضا فتجد بعضها يلوح على وجهه وعينه الهدوء  
واللباشاة والسرور وتزينه الصحة كاتزين سائر الحيوانات لان الصحة تكسب  
اعضاه المختلفة نموا كاملا يناسبها فيظهر على شعره الرفيع الزاهي النظافة  
والروقي وتكون حركته الاختيارية التي يلفها امنه وراحته نافعة في اغلب  
الافاق ولا ضرر فيها بالكيفية التي اعتمى صاحبها بشأنه كان معه على غاية من  
الاعتقاد وكان صاحبها بالنسبة اليه كالحسن الذي يصفي لقوله في سائر الاوقات  
وحيث انه غير ناطق لا قدرته على اجابة فارسه بالسمع والطاعة فلسان الحال  
الذي هو عبارة عن حماسته التي تقوى عضلات جسمه وعضلات وجهه  
يقوم في ذلك مقام لسان الحال وكذلك عينا وشفتاه ومنخراته وصهيله وقيام

شعر معرفته وضربات ذنبه وضرب اقدامه على الارض كل ذلك يخواب منه  
صاحبه فيما قصده منه من زجر او ملاعبة والخيول الموصوفة بهذه الصفات  
الجازية للقلوب في اى وقت كان هي الخيول العربية الموجودة في برارى  
مصر واسيا فهي اقوى حيوانات هذا الصنف وألطفها لانها عزيزة  
عند اصحابها فيتعهدونها ويعتنون بشأنها اكثر من غيرها من الحيوانات  
وتجد بعضها كغير الخيول العربية يسير مخفض الرأس ملتوي الرقبة تلوح  
عليه آثار الذل والمسكنة فهو يتظر كالاسير أو أسوأ حالاً منه وترى جلده  
كثير الاوساخ واطرافه الخيفة المجردة عن اللحم مستورة بشرة عارية  
عن الشعر ومخططة بضربات السوط العديدة فتجده من أدنى اشارة يرفجف  
وترتعد فرائصه ويثب وثبات عنيفة اما للتخلص من الجروح المؤلمة التي هو  
عرضة لها في جميع الاوقات واما للاستقام من صاحبه الذي أساء معاملته  
ببعض ضربات على حين غفلة حتى يخلص من يده

ثم انى لم اسلك في هذا المعنى مسلك المبالغة التي تتأثر منها العقول تأثراً لا طائل  
تحتة فان الانسان اذا وقف على قارعة الطريق وتأمل وجد حقبة ماقلته  
وهمة ما ذكرته في الخيول واصحابها من وجوه عديدة اذ لا يخفى أن العربية  
والسواقين في كثير من المدن يعاملون ما تحت أيديهم من الحيوانات أسوأ  
المعاملة ويسلكون معها مسلك الجبر والقساوة قترهم يحملونها أحمالاً  
لا طاقة لها بحملها فاذا هجرت عن جرها لسوء مجتها ضربوها ضرباً مؤلماً  
على ما يتأثر بالضرب من اجزاء جسمها اكثر من غيره كالرقبة والرأس والاذن  
وربما ضربوها على عينها في بعض الاحيان فيسيل الدم من المحل الذي  
وقعت عليه آلة الضرب سواء كانت جبلاً او سوطاً او عصاً او غير ذلك  
مما يصادفه هذا السواق الخشن عند ارادة ضربها فهذا هو السبب في عدم  
وجود الخيل الجيدة وفي هلاك الخيل المتوسطة في اقرب مدة

فينبغي حينئذ للاهالى فيما يريدون اجراءه من الاشغال أن يتخذوا من السواقين  
من كان رقيق القلب ذا شفقة ورأفة ورعاية واعتناء بشأن هذه الحيوانات

التي تعمر زمانا طويلا وتبقى على القوة وكثرة الشغل ماداموا يحسنون معاملتها ولا يسيئون بها بخوف أو أذية هذا وأكثر ما تقول مرارا أن كل ما فيه نفع للإنسان من الحيوانات يلزمه من حيث نفعه أن يسلك معها مسلك الشفقة والرأفة وإن لم يلزمه بذلك المنفعة ألزمته به المروءة لأنها كما تخرض على حسن المعاملة مع الناس تخرض أيضا على حسن المعاملة مع بقية الحيوانات وهذه الفضيلة أعنى المحبة والشفقة على جميع الخلق من بشرو غيره من خصوصيات الإنسان ومتى وجدت رفعت صاحبها إلى أعلى الدرجات وامتاز بها عن البهائم وغيرها من لاشفقة عندهم ولارأفة

هذا ولا أريد أن أركب نفسي عند السامعين بكوني استعمل في مخاطبتهم لسانا غير لسان القوانين العجيبة المتعلقة بالمعادلة والحركة بل الأمر بخلاف ذلك أوليس أن كل إنسان أحب الوطن بالطبع يجب عليه أن يمارس قوى الشبوعية ويهتم بتوسيع دائرة الميل القلبي والقوى العقلية معافى أمكن التحسين حسنا كلامنا وأنعمالنا كما تحسن أفكارنا ومؤلفاتنا بالحسن العقلي الذي يجعل عن أن يقتصر على مجرد حل المسئلة النظرية التي يقتضيها حب النفس وطمع الإنسان الذي يسأل عن مصلحة نفسه بما صورته كيف اصل بالسرعة إلى الغرض المقصود نفعه على بل يحل أيضا هذه المسئلة الأخرى التي تعود بالنفع على عموم الناس وهي مسئلة من يقول كيف اصل إلى الغرض المهم لي وأنشر في مساعي إليه على عموم الناس كثيرا من الخيرات والمنافع ولما أنهيتم الكلام أجالا على القوى الحية أي القوى الحيوانية التي يستعملها الإنسان في اشغال الصناعة ناسب أن نتكلم الآن على قوتين عظيمتين تحتاج إليهما الصناعة من القوى الغير الحية أي الجاذبية وهما قوتا الثقل والحرارة فنقول

### • (الدرس السادس) •

في الكلام على قوة الثقل المعتبرة خصوصا في توازن المياه وضغطها  
اعنى الضغط الادروايكي

لم نقتد في هذا الجزء درسا لخصوص استعمال القوة التي يؤذيها للصناعة  
ثقل الاجسام الصلبة لان الجزء الثاني من هذا الكتاب قد تكفل بتفاصيل  
الاستعمالات الضرورية لهذه القوة وانما نتكلم الآن على تأثير الثقل في الموانع  
وعلى ما ينتج عن هذا التأثير في الفنون والصنائع فنقول

اتسائل على اسم السائل على كل جسم أمكن تقرييق اجزائه الصغيرة عن بعضها  
بدون صلاية محسوسة ولا تعاص ظاهر ونطلق اسم السائل الناقص على كل  
جسم لا يمكن تقرييق اجزائه الصغيرة بدون تعاص ولا صلاية ظاهرة بل مع يسير  
معاناة وقليل مكابدة

ثم ان السوائل كالمياه لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا بالضغط ايتاما كان وانما  
اذا خف الضغط ولم يحصر السطح الظاهر من السائل استحالة جزء من ذلك  
السائل الى بخار كما سيأتي ويؤخذ من ذلك أن اجزاء السائل تقبل الانفصال  
عن بعضها وسياتي في الكلام على الحرارة ما تعرف به هذه النتيجة حق  
المعرفة

ولا نعرف سائلا من السوائل في اى وقت كان الا وفيه قابلية لقوة من القوى  
فالثقل الذي يؤثر في جميع الاجسام وسائر الاجزاء الصغيرة من كل جسم يميل  
الى أن يقرب من مركز الارض كل جزء من الاجزاء الصغيرة التي تتركب منها  
السوائل وحيث ان هذا الميل يؤثر دائما في توازن السوائل وحركتها وجب  
أن نبدأ بالكلام على حالة التوازن فنقول

اذا وضعنا على مستوا أفقى كمية كبيرة من السائل المطلق (اى غير المحصور)  
ولم يكن هنالك ما يمنع تأثير الثقل في كل جزء على حدة من اجزائه الصغيرة فان  
جميع تلك الاجزاء تهبط على المستوى المذكور حتى يتكون عنها طبقة متسعة  
رقبة بقدر الامكان بحيث يكون ممكنا واحدا في جميع جهاتها ويكون  
جميع تقطعها على ارتفاع واحد

واذا صببنا السائل على سطح منحني كسطح الارض مثلا تغير موضوع  
المسئلة وصار حلها وسيلة الى معرفة نتيجة مهمة جدا وهي حالة التوازن



في كتل المياه المتسعة التي تتكون عنها البرك والبحيرات والبحار  
فاذا كانت المياه المنتشرة على كرة الارض منصبة في بعض المحال التي هي ابعد  
عن مركز الارض من النقط المحيطة به ولم يكن هناك ما يمنع اجزاء السائل  
عن الاتصال بحيث تتأثر بقوة الثقل هبط بعضها على بعض فوق سطح الارض  
كهبوطها على مستويات مائلة بمعنى انها تقرب كثيرا من الاجزاء السفلى  
اعنى الاجزاء القريبة جدا من مركز الارض

فبعد أن يغطي بهذه الطريقة عمق الاجزاء المرتفعة قليلا عن الارض يلزم  
أن تكون اجزاء السائل متوازنة وهذا لا يحصل الا اذا كان كل جزء من تلك  
الاجزاء لا يمكن هبوطه اكثر من الآخر فاذن يلزم أن يكون السطح الاعلى  
من السائل على اتجاها واحد في سائر جهاته حتى كأنه على مستوى أفقي  
والاهبطت الاجزاء المرتفعة على غيرها كهبوطها على مستو مائل فلا تحصل  
الموازنة حينئذ

ولذا كانت المياه المنصبة على الارض كالامطار والندى والثلج والجليد الذائب  
تهبط من الاماكن العالية الى المحال المنخفضة فيتكون عنها الترع والنبيرات  
والانهر وتجتمع في حياض طبيعية كالبرك والبحيرات والبحار التي تكون  
شواطئها دائما على من سطح السائل بحيث تمنعه من الانتشار بعيدا عنها  
وتجبره على ملازمة الموازنة ما لم تعرض قوة شديدة تتغير بها تسوية سطحه  
الاعلى

فحينئذ تكون حركات اعظم السوائل على الارض ناشئة عن قوة الشغل الثابتة  
وعن ميل السائل الى موضع يناسب الموازنة  
فاذا سافر الانسان في البحر تعجب غاية العجب من نتيجة هذا الميل  
وذلك أن هذا السائل يظهر للنظر من جميع الجهات كأنه سطح مستو منسج  
حدوده المسماة بالافق واقعة في مستوى يقال له المستوى الافقي أخذنا  
من تسوية الافق

وكما توغل الانسان في البحر سار معه هذا الافق ولما كانت الارض كرية الشكل

كان الافق دائما ينخفض من الجهة التي يسير نحوها الانسان ويرتفع من  
الجهة التي يسير عنها بحيث يترآى انه كلما تقدم في السير صعد على الافق  
ومن هنا قولهم سافر فلان نحو البحر الاعلى وصعد في البحر الاعلى  
فلو كانت الارض قائمة الكرية ومتناسبة بالكلية لكانت جميع الخطوط  
الراسية اى القائمة عمودية على سطح الارض وكان لا يمكن أن يكون سطح  
الماء في جميع المحال عمودا على الخط الراسي بدون أن يحدث عنه كرة قائمة  
الكرية ولكنها عوضا عن أن تكون كرية من جميع جهاتها ليست الا كرية  
مسطحة وليست مفرطة الا في اتجاه المتوازيات فلذا لم يكن لسطح المياه  
الراكدة شكل مستدير الا في الجهات المتوازية من الارض

ولهذه الخاصية استعمال كبير في الفنون فان السوائل متى كانت راکدة  
كان سطحها المطلق اتقيا بالكلية في جميع المحال ثم ان ميزان تسوية الماء  
مركب من انبوبة مجوفة مثل **ا ب ث** (شكل ١) ذات شعب  
مرتفعة وتكون هذه الانبوبة ممتلئة بالماء او بأي سائل كان الى ارتفاع  
معلوم وتكون ايضا الانبوبة المذكورة متكونة في تقطعي **ا و ث** من  
مادة شفافة كالزجاج او البلور فاذا مكث الانسان حيثئذ خلف سطح السائل  
في نقطة **ا** ونظر الى السطح الشفاف من السائل في نقطة **ث** فان  
الشعاع المرئي يكون اتقيا بالضرورة وهذه الطريقة أضبط بكثير من الطريقة  
المستعملة في معرفة وضع الخطوط العمودية والاقعية بواسطة المظهر اى  
الشقول وهو الخليط المعروف بميزان البناء ونستعمل ايضا آلة تسوية الماء  
في العمليات التي لا بد فيها من الاتساع والضبط معا

وجميع ما ذكر من النتائج في شأن موازنة السائل لارتعلق لها بشكل السطوح  
او الاواني التي تحتوى على السائل المذكور  
فلذا ترى في شكل ٢ و ٣ و ٤ أن السطح الاعلى من السائل هو  
دائما في مستوا واحد أفقي مثل **ا ب**  
وهناك كيفية مخصوصة لا بأس بذكرها وهي اننا اذا فرضنا ان انا

**م ك ن** (شكل ٥) ممتلئ ماء وأن انبوبة **و ح خ ز** المتخفية  
 الموقوفة ممتلئة بالسائل ثم اتصلا ببعضهما من طرف **و** بواسطة السائل  
 المنحصر في أناء **م ك ن** فحالة الموازنة حينئذ تستدعي أن تسوية  
 السائل تكون واحدة في الاناء في تقطع **م و ن** وفي الانبوبة في نقطة  
**س** و ثم نتيجة شهيرة جداً تنشأ عن التسوية التي تأخذها السوائل حال  
 سكونها وهي أنها إذا وضعنا السوائل في أناء بكيفية مغايرة لما ذكر كان مركز  
 ثقلها أعلى مما إذا كان في حالة التوازن وهذه النتيجة كان يمكن استخراجها  
 بدون واسطة من قضية القوى المتوازية وذلك أننا إذا فرضنا أن السطح  
 المماس للسطح المطلق من السائل يتقطع عن أن يكون أفقياً **ا ر ه**  
 (شكل ٦) ويأخذ وضع **ش ر د** المائل فإن مركز ثقله يتغير وضعه فإذا  
 فرضنا أن **م** هي مجسم السائل **و ج** هي محل مركزه **ز** هذا المجسم  
 إذا كان السطح الأعلى أفقياً **و ج** هي محل هذا المركز إذا كان السائل  
 منتصباً بمستوى **ش ر د** وفرضنا أيضاً أن **ه** هي مركز ثقل سائل  
**ا ر ث** بقمه فوق مستوى **ا ه** و **ف** هي مركز سائل **ش ر د**  
 بقمه تحت مستوى **ا ه** ينتج معنا أولاً أن مجسم **ا ر ث = مجسم ش ر د**  
 وثانياً أنه إذا كان كل من **ج د** و **ه** و **ف** عمودياً  
 على المجسم الأفقي وهو **ج د** ف **الماخوذ محورا للآزمان**  
 ينتج معنا أن **م × ج د = مجسم ا ر ث × ه ه**  
 ناقصاً مجسم **ش ر د × ف ف** حينئذ بصير الزمن الكلي عبارة  
 عن مجسم **ا ر ث** أو مساوية وهو **ش ر د** مضروباً في **ه ه**  
 — **ف ف** فإذا نقطة **ج** التي هي مركز الثقل تصعد إلى نقطة **ج**  
 بكمية **= مجسم ا ر ث × (ه ه + ف ف)** مقسوماً  
 على مجسم السائل بقمه حينئذ محل توازن **م** أعنى المحل الذي تكون  
 فيه الطبقة العليا أقيية تكون فيه نقطة مركز الثقل من مجسم السائل هابطة  
 على قدر الامكان

وقد كان يمكن الابتداء بهذه القاعدة العامة وهي كل مجموع من الاجزاء الصغيرة لم يسلط عليه من القوى الا قوة الثقل فركز ثقله يكون منخفضا جدا في حالة الموازنة وكان يمكن ايضا أن نبين هذا الشرط وهو أن مركز الثقل لا يمكن انخفاضه بهذه المثابة الا اذا كانت تسوية السائل مستوية أهية

و ينبغي لنا الآن أن نبين ما يقع على كل جزء من اجزاء السائل من الضغط الحاصل من الاجزاء الاخرى وكذلك ما تحدثه الاجزاء المذكورة من الضغط على جوانب السطح اى الاناء المحتوى على السائل مبتدئ من ذلك بيان اناء **أ ب** (شكل ٧) العمودي الضيق جدا الذي لا يسع قطره الاجزاء من الاجزاء الصغيرة الموضوعة عموديا على بعضها فنقول ان كل جزء من هذه الاجزاء يحمل ثقل جميع الاجزاء الاخرى الموضوعة فوقه فيكون الضغط الحاصل له مساويا لثقل عمود السائل الموجود فوق هذا الجزء المذكور

فاذا فرضنا الآن اناء له حجم وشكل اياهما كان متمثلًا بالسائل الى **من** (شكل ٨) وبجسنا عن الانضغاطات الواقعة على جزء **ب** لزم أولا أن تكون هذه الانضغاطات متساوية في جميع الجهات اذ بدون ذلك يتخذ هذا الجزء من الجهة التي يقل ضغطها عن غيرها

فاذا فرضنا بعد ذلك أن كتلة كاملة من السائل تجمدت دفعة واحدة ماعدا عمود **ب أ** القائم الضيق الواقع عموديا على نقطة **ب** فان الضغط الذي تحمله نقطة **ب** يكون مساويا لثقل عمود **أ ب** كما ذكرناه في العمود الضيق غير أن هذا الضغط لا يتغير بالفرض الذي فرضناه وهو تجمد جزء من السائل دفعة واحدة

فاذن يلزم أن يكون الضغط الواقع على جزء **ب** مساويا من جميع الجهات لثقل عمود **ب أ**

وعوضا عن كوننا فرض أن **ب** صغير جدا فرض أن هناك جلة لانهاية لها من الاجزاء الصغيرة مثل **ب و ب و ب** على ارتفاع واحد وكل منها يحمل ثقلا واحدا فمجموع هذه الاثقال هو عين عمود السائل

بقامه الواقع عموديا على السطح الكلى - الرموز اليه بهذه الحروف وهى

$$ب + ب' + ب'' + \dots$$

وأذا وقف الإنسان فى جزء  $ب'$  (شكل ٩) من جوانب الاناء الافقى - فجميع اجزاء السائل المتحددة مع الاناء فى اتساع  $ب'$  تحمل ضغطا واحدا يرمز اليه بعمود  $ا ب ب'$  الرامى - الذى حجمه  $=$  سطح  $ب ب' \times$  ارتفاع  $ا ب'$  فعلى ذلك يكون القعر الافقى من الاناء الممتلئ بالماء حاملا ضغطا يساوى ثقل اسطوانة عمودية من هذا السائل الذى يكون هذا القعر قاعدة له وزيادة على ذلك يكون ارتفاعه هو عين ارتفاع الماء المنحصر فى هذا الاناء

فاذا اعتبرنا الآن جزء  $ب'$  المائل (شكل ١٠) من جوانب الاناء فالضغط الذى يحمله هذا الجزء يكون مساويا لثقل السائل المنحصر فى اسطوانة  $ا ب ب'$  الناقصة فاذا كان سطح  $ب ب'$  صغيرا بالنسبة الى ارتفاع  $ا ب'$  يكفى أن نأخذ  $ر$  فى وسط  $ب ب'$  ونضرب قاعدة  $ا ا'$  العليا من الاسطوانة فى ارتفاع  $ا ر$  المتوسط فينتج معنا هذه النسبة وهى

$$\text{سطح } ا ا' : \text{سطح } ب ب' :: ا ا' : ب ب'$$

فاذن يكون الضغط الكلى هو

$$\text{ارتفاع } ا ر \times \text{سطح } ب ب' \times \frac{ا ا'}{ب ب'}$$

وهذه العبارة مما ينبغى الالتفات اليه فانها تستعمل فى العمليات الادروليكية اى عمليات رفع المياه وكذلك فى صناعة الآلات والاوانى وغير ذلك وجميع قواعد ضغط السائل التى ذكرناها هى عظيمة النفع كثيرة الفائدة فاذا اقتضى الحال عمل حاجز كحاجز  $ا ب$  (شكل ١١) لاجل حصر كمية كبيرة من المياه المعلومة الارتفاع وكان الغرض عمل هذا الحاجز مع التوفير التام لزم أن لا تكون قوته العليا كقوته السفلى بل لابد أن يكون

ما يعطى له من القوة حال العمل يزيد بدرجات متساوية من ابتدء نقطة ب  
الى نقطة ا بحيث تكون مقاومتها لضغط الماء على نسبة واحدة من جميع  
الجهات لان هذا الضغط يزداد ايضا بدرجات متساوية عند الهبوط من نقطة  
ب الى نقطة ا

واذا عوضنا حيز اب بالابواب اي بالدرف الحوضية لزم أن نجعل هذه  
الابواب متينة بالتدريج من أعلاها الى أسفلها وذلك بتقريب الاخشاب  
الاقبية التي تتخذ منها شواحي هذه الابواب وضعها الى بعضها

وكذلك اذا اقتضى الحال بناء حياض لحصر السوائل فيلزم أن تكون الاسوار  
والشواحي والحواب المتخذة من اى مادة كانت مصنوعة مع المتانة  
والصلابة بحيث تكون مناسبة لاعمق السائل في حالته الطبيعية

وانسلكم الآن على السوائل المحصورة في الاواني فنقول اذا فرضنا أن الاناء  
على شكل فارورة مثل ا ه ف د وأردنا معرفة الانضغاط الواقع على  
قعر ه ب ث ف الافقى لزم لاجل ذلك أن نقرض اسطوانة قائمة مثل  
ا ب ث د ومن المعلوم أن الضغط الواقع على قاعدة ب ث يساوى  
حاصل ضرب قاعدة ب ث في ارتفاع اب

ولكن الانضغاط الواقع على ب ث هو عين الانضغاط الواقع على تقطعي  
ف و ف الموضوعتين على ارتفاع واحد والالم تحصل المعادلة فاذن  
يكون الضغط الواقع على قاعدة ف ف ب قامها مساويا لسطح  
ف ف x في ارتفاع اب بمعنى أن هذا الضغط يساوى ثقل حجم  
الماء المعبر عنه باسطوانة ج ش ف ف القائمة التي قاعدتها  
ف ف وارتفاعها اب

ولا يخفى أن النسبة بين حجم اسطوانة ج ش ف ه وحجم اسطوانة  
ا د ب ك النسبة بين سطوح قاعدتهما لان ارتفاعهما واحد  
فاذن تكون النسبة بين الانضغاطات الواقعة على كل من ب ث و ه ف  
كنسبة سطح ب ث الى سطح ه ف

وبذلك يعرف الادروستاتيك (اى ثقل المياه) فيمكن بواسطة سائل محصور  
في اناء أن نحدث على قاعدة هذا الاناء وهي **هـ** ضغطا اكبر من ثقل  
السائل المحدث لهذا الضغط

فلذا اذا كان اناء **ام هـ** مثلا (شكل ١٣) ممتلئا بالسائل  
فالضغط الواقع على قاعدة **هـ** يساوى ثقل كمية السائل المطروف  
في اسطوانة **ج هـ** **فـ** الكبرى

وكذلك اذا ثبتنا في عمق **من** من برميل ما (شكل ١٤) انبوبة  
**ام هـ** المرتفعة الضيقة جدا التي يمكن ملؤها بقزازه ماء فالضغط الحاصل  
من هذه القزازه على عمق **هـ** يكون شديدا بحيث يكفي في غمس البرميل  
بكسر عمق **هـ**

ولو وضعنا عوضا عن هذه القزازه على **م هـ** ثقلا يساوى ثقل الماء الكائن  
في القزازه لما تغير ضغط جميع اجزاء السائل ومع ذلك لا يزيد الضغط على عمق  
**هـ** بقدر مزان احتواء سطح **هـ** على سطح **م هـ**

فاذا فرضنا الآن أن نقطة **ح** هي الثقل الموضوع على **م هـ** وأن نقطة **خ**  
هي ثقل **م هـ** **بـ** الذي هو عمود السائل تحصل معنا **ح + خ**  
**=** الضغط الواقع على **بـ** فاذا ن يكون الضغط الواقع على قاعدة

$$\text{هـ} = \frac{\text{هـ}}{\text{م}} \times (\text{ح} + \text{خ})$$

ولو فرضنا أن **ح + خ** تساوى كيلو غراما واحدا فقط وأن **هـ**  
هو قطر الدائرة التي نصف قطرها متر واحد وأن **م هـ** هو قطر الدائرة  
التي ليس نصف قطرها الاستقيم نتائج معنا أن سطح **هـ** : سطح  
**م هـ** ::  $100 \times 100$  أعنى ١٠٠٠٠ : ١ فحينئذ الضغط  
الواقع على **هـ** يساوى ١٠٠٠٠ كيلو غرام وهو يساوى تقريبا  
ثقل ١٥٠ رجلا وهذه التجربة يحدث الضغط المستقيم بواسطة  
استعمال القوة ١٠٠٠٠ مرة

وهذه القاعدة التي ذكرناها هي ما يسمى بالضغط الادروستيكي المعروف بين الناس بالضغط الايدروليكي

وقد بين باسكال هذه القاعدة وفوائدها حيث ثبت في العمق الاعلى من برميل قائم اسطوانة قائمة طويلة ضيقة جدًا فلما ملا هذا البرميل ثم الاسطوانة تحصل عن ليتراوليترين من الماء المطروف في تلك الاسطوانة نتيجة كالنتيجة التي يمكن تحصيلها من البرميل اذا كان متحد القطر من سائر جهاته وكان مرتفعًا الى القاعدة العليا من هذه الاسطوانة فلماذا كانت زيادة ثقل كيلوغرام او اثنين كافية في جبر عمق الاسطوانة بزيادة الضغط زيادة كبيرة فاذا فرضنا الآن أننا اخبرنا الماء من الاسطوانة الضيقة ووضعنا بدلًا عنه ثقلاً صلباً مساوياً له يكون على شكل مكعب فمن الواضح أن الانضغاطات تكون واحدة من جميع الجهات واذا فرضنا أن ثقل المكعب مضروب في قوة احد ذراعي الرافعة المحركة لساقها وأن الضغط حصل ضربه كذلك أمكن بواسطة قوة قليلة أن نحدث على عمق البرميل ضغطاً مساوياً لثقل عظمة

ولما وقف براماه الميكانيكي الماهر على حقيقة هذه الدعوى النظرية استعمل منها في الفنون النافعة استعمالات جيدة فاخترع الضغط الايدروليكي لنسخ الحروف ونقلها ثم استعمله في احدث مجهودات كبيرة ونتائج مهمة وصار ذلك الآن مستعملاً في عصر الزيت وضغط المواد المتخذ منها الورق وتصغير حجم الاشياء المراد تعليقها على جوانب السفن وضغط الدخان حتى يصير اوراقاً والخشيش اليابس الذي يجعله الانكليز كتلاً صلبة ويحفظونه بهذه الكيفية مدة طويلة وغير ذلك واستعمله ايضا في عمل البارود والمخاليط التي تتركب منها المدافع

ثم ان هذه الانضغاطات الايدروليكية مع ما تحده من المجهودات العظيمة لا تستلزم مبانٍ مفرطة في الصلابة والمتانة بل يمكن عملها على عربات صغيرة ونقلها الى محل لزومها ومن فوائدها أن تأثير قوتها المحركة يحصل من مسافة عظيمة بواسطة الانابيب الموصلة



ولنتكلم الآن على وصف الطولية فنقول ان شكل ١٥ يبين منها القطع القائم المستعرض وشكل ١٦ يبين الارتفاع القائم الطولي وكل حرف من الحروف الالمانية رمز الى آلة من آلاتها خروف ١١١١ المتلاصقة تلاصقا متينا بواسطة فلوزات من الحديد المطرق وبريمات منقوبة رمز الى تخشيبية الطولية وحرف ر رمز الى الاسطوانة الشغالة الداخلة في عمق الحديد السائل وحرف ش رمز الى المكباس الشغال الذي اذا كانت حركته مترددة وكانت في اتجاهها على خط عمودي أحدثت تأثير الطولية وحرف دد رمز الى الكفة المصنوعة من الحديد الزهر التي توضع عليها الاشياء المطلوب نقلها بالطولية وحرف هـ رمز الى المسند المخروط في الاسطوانة الشغالة ليستلقي بجلد سه سه المزودج المشدود بحلقة معدنية وبذلك يلتصق المكباس الشغال باسطوانته المتصافا محكما وحرف ف رمز الى الجوزة المنقوبة التي تقلوز في أعلى الاسطوانة وهذه الجوزة الماسكة للجلد المزودج بحلقتها المرتخية يرتقي في وسطها المكباس وفي جرحها الاعلى يكون المجرى منفثا اقتناحا مستديرا مسدودا بالكثان او غيره من مواد السدا اللطيفة بعدد هنيه باليت وامساكه بطرف رفيع وتستعمل هذه السداة ايضا في توصيل الزيت الى الاسطوانة ومنع ما يضر بسطح المكباس وحرف غ رمز الى الانبوبة التي تصل الاسطوانة الشغالة بالاسطوانة البخاخة وطرف غ من هذه الانبوبة داخل مع الاحكام في فتحة مخروطية الشكل بأسفل جدران الاسطوانة الشغالة وفي طرف غ الذي هو الطرف الثاني من الانبوبة المذكورة قوة مضغوطة بواسطة جوزة منقوبة موضوعة على مسند هريع في جدران طولمية البخ وتشد هذه القوة بواسطة حلقة من الجلد وحرف شه رمز الى السداة او الصمام الذي لولبه خالص وشكله شكل مسمار رأسه مستدير ومقرط وهذا الصمام يفتح ويغلق ما بين الاسطوانة البخاخة والاسطوانة الشغالة وفوقه بريمة صغيرة معدة لضبط ارتفاع اللولب وتديرها يمكن رفع هذا اللولب عند الحاجة وحرف ع رمز الى الحوض المملوء بالماء

وحرف ك رمز الى السدادة المخروطة التي تستقيم الحوض واذا نزعتم هذه السدادة أمكن امتصاص الماء من الخارج بواسطة انبوبة صغيرة والحوض المذكور يسهل ملؤه بواسطة انبوبة اوقع وحرف ل رمز الى الصمام الداخل في الجوزة الداخلة في عمق الاسطوانة البخاخة ولواب هذا الصمام يرفع رفعا منتظما بواسطة مسمار صغير نافذ في طرفه وحرف د رمز الى المكباس البخاخ الذي يدور طرفه الاسفل الصلب على هيئة اسطوانة قائمة الاستدارة وفي وسط ساق هذا المكباس ح ز د الطويل المار فيه محور رافعة ح المثبت في كل من طرفيها عمسا القوة المحركة وطرف د الاعلى من ساق المكباس المذكور عبارة عن اسطوانة كبيرة تمر في اسطوانة أخرى مجوفة قطرها واحد وممسند هما مثبت في الممر الاعلى من الشوحيحة وهذا المكباس يرفع رفعا منتظما بواسطة قوة موضوعة على قاعدة الاسطوانة الكبيرة وجوزة داخلة في الجزء الاعلى من هذه الاسطوانة وحرف و رمز الى الجوزة المثقوبة التي يمر فيها المكباس البخاخ وتدوير هذه الجوزة يلتصق الجلدان بواسطة حلقة معدنية بينهما وبين الطرف الاسفل من المسند المصنوع في جسم الاسطوانة البخاخة وبذلك ايضا يلتصق الاسطوانة بالمكباس البخاخ اتصالا جيدا والجزء الاعلى من هذه الجوزة مفتوح بالاستدارة بحيث يكون مخزنا للزيت وحرف ح رمز الى الرافعة المحركة وهي يد الطلوبة وحرف خ رمز الى حنفية التفريغ وهي عبارة عن اسطوانة مقعرة موضوعة على قاعدة الشوحيحة وحرف ر رمز الى اليد المثبتة في طرف الاسطوانة الكبيرة وفي الطرف الاخر بريمة صغيرة تنتهي بمخروط وتدخل في مئزر مخروطي الشكل موجود في وسط جدران الطلوبة البخاخة واذا لم تملك هذه البريمة افتتح المجرى بين الاسطوانة الشغالة والحوض ولكن متى دارت تلك البريمة وعادت الى تقطعها انسداد المجرى انسدادا محكما وتدوير حنفية خ على اليمين معدلة الطلوبة وتدويرها على الشمال معدلة لفتحها

ومما تسهل معرفته قوة الطلومية وتأثيرها وذلك اننا اذا فرضنا ان الاسطوانة الشغالة (المعروفة بالخرزنة الشغالة) والاسطوانة الجاخة (المعروفة بخرزنة الخنج) مملوءتان بالماء وكذلك الماسورة الموصلة الجامعة بينهما وفرضنا ايضا ان الماء داخل في الخوض فلورفعنا مكباس الخنج صعد الماء من الخوض الى خرزنة الخنج في وسط صمام ل ومتى نزل المكباس انسد صمام ل ويرفع الماء لولب ش (المعروف باللسان) ويمتز في انبوبة غ التي توصله الى الخرزنة الشغالة فيرفع مكباسها مع ما عليه من الثقل وذلك يكون بالنسبة لكمية السائل المنخوخ ومتى صعد مكباس الخنج ثانيا انسد صمام ش وأخذ السائل المتجمع في الخرزنة الشغالة دوره ثانيا وبهذه الكيفية لا ينزل المكباس الشغال حتى يضغط مكباس الخنج مرة أخرى وعلى هذه الطريقة التي ذكرناها تنكرر العملية

فاذا تم تأثير قوة الطلومية في جميع الاشياء التي تتأثر بها وفتحت حنفية التفريغ نزل المكباس الشغال بقله وتمر الماء في الخوض من فتحة هذه الحنفية

وبهذه الطريقة تحسب قوة الطلومية فاذا كان عمودان من السائل مشتركين فكل قوة اثرت في أحدهما فانها تتحول على حسب السطوح الضاغطة \* والقوة الميكانيكية المؤثرة في مكباس الخنج تتحول بواسطة السائل الى المكباس الشغال بالنسبة الى سطح المكاسين وهذا هو ازدياد القوى الذي كان يسمى برامام بالقوة الادروستاتيكية للطلومية

(وينبغي بعد تكرار العملية مزيد الاعتناء بنظافة الطلومية وملء الخوض بالماء الصافي ودهن المكباس الشغال بالزيت الحلو الجيد \* والطلومية قابلة للفساد قليلا نظر الى أن تركيبها ساذج بسيط ولكن اذا تعلق جسم اجنبي بأحد الصمامات وفتحت حركته حتى يزول عنه هذا الجسم الغريب ويمكن في جميع الاوقات الكشف على صمام ش برفع البريمة التي تغطيه وكذلك صمام غ الذي هو صمام التفريغ يمكن الكشف عليه بالتدوير واتما صمام ل فيكشف عنه

برفع الطلومبة بتمامها وهو نادر لا يكون الا عند الحاجة  
مثلا اذا فرضنا أن قطر المكباس الشغال = ٣ سنتيمترات وقطر مكباس  
النج = ٩ سنتيمترات وذراع الرافعة الصغير = ١٠ سنتيمترات  
والذراع الكبير = ٦٠ سنتيمترا كانت سطوح المكباسين مناسبة لمربعات  
قطريهما وذلك عبارة عن  $(\frac{1}{4})^2 = (\frac{1}{3})^2 = \frac{1}{9}$  وهذه النسبة  
هي القوة الادروليكية للطلومبة واما القوة الميكانيكية للرافعة فهي  $\frac{1}{3}$   
=  $\frac{1}{4}$  فتكون بالضرورة النسبة المركبة من نسبة القوة الى مقاومة  
الطلومبة مساوية  $\frac{1}{6 \times 9} = \frac{1}{54}$  فاذا فرضنا حينئذ أن مكباس النج يتحرك  
بقوة تساوي ١٠٠ كيلوغرام فالاجسام التي تؤثر فيها قوة الطلومبة تأخذ  
قوة ١٠٠ كيلوغرام ٤٤ مرة اي ٤٤٠٠ كيلوغرام

ومن الطلومبات الادروليكية ما تؤثر فيه الكفة المدفوعة بالمكباس الشغال  
وهي نازلة عوضا عن كونها تؤثر وهي صاعدة ومنها طلومبات أخرى يتحرك  
فيها البرواز المحيط بالمكباس الشغال عند تحرك هذا المكباس ليحصل بذلك  
على وجه السرعة قريب هذين الجزئين اللذين يحدثان الضغط وقد ذكر  
جميع ما يتعلق بذلك تفصيلا مسميو بورنيس في رسالته الكاملة التي ألفها  
في الميكانيكا المطبقة على الفنون وهي الرسالة السادسة التي تكلم فيها على  
الآلات المستعملة في جميع الصنائع على اختلافها في صحيفة ١٠٠

صحيفة ٢٢٧

ولما تكلمنا تفصيلا على حركة الطلومبة الادروليكية استنبطنا أن نذكر هنا  
تطبيق الطلومبة واستعمالها في الاشغال التي لا بد منها لبعض الفنون ولنبدا  
من ذلك بالكلام على الطلومبات الادروليكية المستعملة في ترزيم البضائع  
وحزمها فنقول لما طفت بخازن ترسانة وولويس الواقعة على شاطئ نهر  
الناميز رأيت فيها طلومبة ايدروليكية مركبة في الطبقة الاولى وكان الاولى  
تركيبها تحتها ووجدتهم يستعملون هذه الطلومبة في حفظ الشوالات  
والخزومات وتصغير حجمها بقدر الامكان وذلك كخزومات الملابس وغيرها

من سائر الاشياء على اختلاف أنواعها المبعوثة من الترسانات الكبيرة الى  
المخازن العسكرية

ثم ان الطلومبة البخاخة التي تتحرك باليد بواسطة رافعة سواء كانت تلك  
الطلومبة كبيرة او صغيرة تعطى ماءها بواسطة قناة صغيرة ذاهبة الى قاعدة  
انبوبة صلبة متخذة من الحديد مشدودة تحت السقف بساكن من معدنها  
شدا محكما والمكبس الشغال الداخلى في هذه الاسطوانة يحمل سطحها معدنيا  
وفوق هذه الاسطوانة دائرة عميقة مرصوص فيها جلة كبيرة من ألواح  
الخشب الصغيرة وذلك لاجل نقل الضغط ببعض مرونة ولين والانضغاط  
يحصل بين السطح المذكور وخشبة كبيرة أقيية موجودة في الخشبية  
ففى نزل هذا السطح سدا محكما للقب المربع الموجود فى اللوح الذى يظهر  
أن ذلك السطح جزء منه

ولتكلم الآن على الطلومبة الادروليكية المستعملة في تمهيد الاخشاب  
وتسويتها فنقول ان أعظم استعمالات الطلومبة الادروليكية هو استعمال  
الآلة الممتدة لتسوية الاخشاب

وذلك أن التي اخترعها المهندس براماه ربط العجلة (اى طارة) أقيية من  
حديد قطرها نحو ثلاثة أمتار ربطا جيدا مع محورها بعوارض وأربعة ساكن  
من الحديد مائلة بقدر ٤٥ درجة وقسم هذه العجلة الى ٣٢ قسما  
متساوية وجعل فى كل قطعة من القسم حزا داخلا فيه قضيب ذو سن وهذه  
الاسنان مخفية على شكل انصاف اسطوانات مستديرة يتكئون عن  
محورها مع الاقوى زاوية مساقها تقريبا نحو ٣٠ درجة والاسنان  
المذكورة عبارة عن اضراس مائلة متينة جدا

وفى كل جهة من محور هذه العجلة الشغالة عربة مستطيلة جواتبها  
المتوازية تحمل جملا أقييا قطعة الخشب المطلوب تسويتها بأن ثبت عليها  
ثبيتا جيدا بربيمات الضغط

وجميع تلك الاسنان ليست على وضع واحد بحيث تحز فى الاخشاب

حزوا متساوية الاعماق بل هي منقسمة الى خمسة فحصة اوسنة فسته  
بمحيث يحز اول الخمسة او الستة البعيد عن محور الدوران حزا دون غيره  
في العمق والثاني الاقرب منه الى المحور يكون حزه أعمق من حزا الاول  
والثالث يكون حزه أعمق من الثاني وهكذا وفائدة هذا الوضع أنه عند  
الحاجة يزيل الاجزاء البارزة من سطح الخشب المطلوب تسويته بقدر ٢  
من المستقيمات

ومتي دارت هذه الاضراس التي عدتها ٣٢ ضرسا فترسعه على الخشب  
المطلوب تسويته من الخطوط التي عدتها اثنان وثلاثون خطا تكون مسافة  
مجموعها بالنظر الى العرض مساوية لكمية سير العربية مدة دوران العجلة  
فعلى ذلك اذا كانت حركة العجلة سريعة وحركة العربية بطيئة كانت الخطوط  
المدكورة محصورة في مسافة صغيرة جدا بمعنى انها تكون على شكل سطح  
مستو تقريبا ولاجل تسوية الخشب وصله كما ينبغي يلزم أن تثبت قارة  
على محيط العجلة الشغالة فان الاضراس متى رسمت خطوطها الرفيعة ارتفعت  
جميع زوائد الخطوط المنخفضة بمرور القارة عليها مرة واحدة وهذه النتيجة  
ظاهرة محسوسة فان كل من من الاسنان المتخنية عند ما يمر على الخشب  
يقذف بالقوة البعيدة عن المركز شيئا من النشارة الدقيقة وتزداد الخطوط  
المرسومة في الخشب شيئا فشيئا ثم تمر عليها القارة فتعورها وتصلقها حتى تصير  
سطحا واحدا مع غاية الانتظام الهندسي فاذا لم يكن للعجلة التي قطرها ثلاثة  
أمتار حركة مضبوطة فان الفارات تارة يكون حفرها أعمق من حفر الاسنان  
ويحصل لها مقاومة عظيمة ونارة تمر فوق خطوط الخشب ولا تزال ما فيها  
من الزوائد فيظهر في قطعة الخشب بعد شغلها تجاويف وخطوط كبيرة  
فيلزم حينئذ تسويتها بالطرق المعتادة

ومحور العجلة الشغالة يدور في اسطوانتين مقعرتين مثبتتين دائما احدهما  
في الارض والاخرى تحت سقف العمارة وهذا المحور مرتفع قليلا فوق  
التشق الاعلى وفي رأسه رافعة نقطة ارتكازها تحمل من كلتا جهتيها ثقلا

تحدث به على المحور ضغطا محدودا وكذلك الاسنان تحمل ثقلها به تغلب مقاومة الخشب الذي تحطه وحيث ان عمق الخطوط هو نتيجة التوازن بين ضغط الاسنان المستمر ومقاومة سطح الخشب الختام المتغيرة فهذا العمق يكون قليلا في اوائل مرور الاسنان التي تتم في رجوعها 'صلاح الاجزاء الكثيرة البروز والصلابة وبهذه الطريقة لا يحصل للاسنان كسرا وتلف وفي الغالب يلزم تسوية الاخشاب المختلفة السمك مع بقاء ارتفاع العربية وموضع جريانها على حالة واحدة فيلزم اذن أن يكون سطح الاسنان قريبا او بعيدا عن سطح العربية الاعلى بمسافة تساوى سمك كل قطعة يراد اصلاحها وهذه النتيجة انما تحصل من الضغط الادروليكي

ومحور العجلة المسلحة بالاسنان يدور في ثقب مخروطي الشكل على رأس مكاس موضوع في اسطوانة ذات ضغط ادروليكي فتمت دخول الماء في هذه الاسطوانة ارتفاع محور العجلة وارتفع معه السطح الافقي من الاسنان المسلحة لهذه العجلة وانا ترك الماء يسيل لم تحصل هذه النتيجة ويستدل بما هو مرسوم على طول المقياس المدرج الموضوع على كل خشبة مستطيلة من الاخشاب المنصوبة بجانب العجلة على ما يكون للقطعة المطلوب تسويتها من السمك الناتج لها عن ارتفاعات العجلة المختلفة فعلى ذلك اذا فكت اوسدت الخنفية التي هي مدخل ومخرج ماء الطلوبة ادروليكية أمكن توصيل العجلة الى المحل اللازم لذلك لاجل اجراء الشغل المطلوب

وقد ذكرنا انه يوجد عربتان متشابهتان كل واحدة منهما على جهة من المحور ودوران كل منهما مخالف لدوران الاخرى ولا يدوران معا الا لاجل تسوية الاخشاب المتحدة السمك او المختلفة بشرط أن يوضع تحت القليلة السمك مساند ترفعها حتى تساوى الاخرى ولكن العادة انما جرت بتسوية الاخشاب المتشابهة المتحدة التوازن وجميع الاخشاب المراد تشغيلها تكون مثبتة على العربات بربعات الضغط

ثم ان الضغط ادروليكي ليس مقصورا على تثبيت ارتفاع العجلة الشغالة

بل يكون ايضا واسطة في زيادة حركة العربات وتقليلها \* وفي المجرمين الذين  
تترفع ما العربات سلسلة غير متناهية تشق أحد جوانب تلك العربات التي  
يمكن حصر تلك السلسلة فيها بكلمة من الحديد تسد وتفتح بواسطة بريمة  
رأسها خارج هذا الجانب على جهته وإذا اقتضى الحال جذب هاتين  
العربتين معا بهذه السلسلة انضمتا اليها بواسطة كلبتين من الحديد وإذا اقتضى  
الحال تسيير احدهما فقط فتحت الكلبة المثبتة للآخرى على السلسلة  
وهذه السلسلة ترجع من جهة على عجلة كبيرة أقيمت حاملة على محورها بجولة  
مضروسة أصغر من الاولى مرتين او ثلاثا

والمكبس الشغال من الطلومبة الادروليكية يكون مسلحا ب قضيب مستقيم  
مضروس موضوع على مستوا أفقي و داخل في العجلة الصغيرة المضروسة  
التي ذكرناها فإذا دخل الماء في الاسطوانة الشغالة دفع المكبس وأدار  
القضيب المضروس العجلة الحاملة للسلسلة الغير المتناهية ودارت العربتان  
بحركة متساوية لتبعد احدهما عن الطلومبة وتقرّب الاخرى منها

والقضيب المضروس يحمل على طرفه المقابل للمكبس والاسطوانة مكبسا آخر  
داخلا في اسطوانة أخرى بحركتها الخالفة يتأخر سير العربة وقطر هذه الاسطوانة  
الثانية يكون أصغر من قطر الاولى فعلى ذلك يكون تأخر العربات أكثر  
في السرعة من حركتها المتزايدة وهذا يمكن الوقوع لان الاضراس في حركة  
التأخر لا تشغل وانما يحصل منها بعض احتكاك

فاذا فرضنا أن سرعة العجلة المسطحة بالاضراس مستمرة فان شغل الاضراس  
يكون بقدر ما في طع الخشب المراد تسويتها من العرض والصلابة ويكون  
المطلوب تصغير سمكها بتسويتها واصلاحها حسب الامكان \* ولاجل  
أن تكون قوة الاضراس مستمرة يلزم أن يكون سير العربات سريعا كثيرا او قليلا  
على حسب ابعاد الاخشاب المراد تسويتها وعلى حسب طبيعتها ايضا  
وحفنة التفريغ تجعل لكمية من الماء كثيرة كانت او قليلة مسلكا  
في اسطوانة الطلومبات الادروليكية اى المائية وهذا ما يتغير به سرعة



العربات في حركاتها المتزايدة \* ومقبض كل حنفية يكون على شكل ابرة ويدور على دائرة مدرجة واذا سدت الحنفية سدا محكما فالمياه المجذوبة بالطلوبية بالضخخة تستعمل في تقدم العربات او تأخرها وهذا هو الذي يحدث السرعة الكبرى واذا فُتحت بالكلية فالمياه المرفوعة بالطلوبية تسيل بتمامها في الحوض ولا يكون هنالك سرعة اصلا وفي الانبوبة الموصلة للماء اللازم لتأخر العربات حنفية وبرة ومحيط مدرج مثل السابقة وكل منها مثبت ومصوق في الانبوبة المذكورة

واول محرك للطلوبية هو آلة بخارية قوتها تساوى قوة سبعة من الخيل وعلى الحائط التي تفصل المسافات المشغولة بالآلة البخارية والآلة المعدة لتسوية الاختساب قضيب أفقي من الحديد في نهاية أحد طرفيه ثقب مستدير داخل في دائرة محوطة متعددة القطر مثبتة خارج المركز على المحور الأفقي الذي تحركه طلوبية النار بلا واسطة والطرف الآخر من هذا القضيب منضم بواسطة مسند الى الذراع الاول من الرافعة التي يحرك ذراعها الآخر مكباس الطلوبية الخاصة بالكاسبة في الحقيقة هنالك طلوبيتان تتحركان في آن واحد بحركة واحدة يستعمل أكثرها قوة في الحركات الاقية للعربة والاخرى في الحركات المتعصبة للجملة المضرسة فهذه هي طلوبيات البج التي تستعمل في الضغط الادروليكي

وبمقتضى ما ذكرناه ينتج عن كل دورة من دورات المحور الأفقي دوران المحور القائم وهذا انما هو في صورة ما اذا فرضنا أن الطارات ذات الزاوية التي تنقل في وقت واحد لكل من المحورين حركة الآخر متساوية وأن القضيب الأفقي يرفع مرة ويخفض أخرى مكباس البج الذي يحرك العربات فتكون حينئذ كمية الماء المخرجة في الطلوبية الادروليكية مناسبة للمسافة التي تقطعها اضرار للجملة السائلة فعلى ذلك مهما كانت سرعة الآلة البخارية المحدثة للقوة المحركة فعرض الشقوق التي تخطها الاضرار يكون واحدا مادام العقب الذي يعين سير العربات ملازما لنقطة واحدة من المحيط المدرج

ثم ان هذه الآلة التي وصفناها يسهل اصلاح اى جزء من اجزائها فانه بواسطة مفك من حديد او بريمة يمكن اخراج اى آلة حادة يراد ستمها او تغييرها ثم اعادتها الى محلها بدون توقف على بقية الآلات اذ ليس لهذه الآلة سوى تعشقين بسيطين لا يستدعيان كبير تعب ومع ذلك ينبغي الاعناء عند تشغيل العجلة المسلحة بتحريكها او لا باليد قبل تعشيقها بالعجلة ذات الزاوية التي يحمل محورها عجلة المحور المحرك الافقى لان العجلة المسلحة فيها قوة كبيرة فلو تحركت دفعة واحدة بالحركة السريعة الصادرة عن الآلة البخارية لعظمت المقاومة في مبدأ الامر على اضرار التعشيق وربما تلفت في الحال بهذه القوة الشديدة فلهذا لزم الاهتمام ببدء تحريك العجلة المسلحة باليد مع اللطف حتى يكون ازدياد السرعة الواقعة عليها في زمن التعشيق تدريجيا بحيث لا تستدعي عليها المقاومة

ولاشك أن هذه الآلة غالية الثمن كثيرة الكلفة غير أنه اذا لاحظنا ما تستدعيه من قلة المضاريف في اصلاحها ومن السرعة العظيمة التي تستعمل بواسطة الاشغال التي تستغرق في شغلها بغير تلك الآلة زمنا طويلا وجدنا في استعمالها توفيراً عظيماً ويمكن عند الحاجة احداث نتائج عظيمة بواسطة الآلة التي يمكن أن نسوى بها أتم التسوية في ظرف دقيقة او دقيقتين كل جهة من جهات الاخشاب الغليظة الخارجة من ورشة النشر خاما بدون اصلاح ولا تسوية

ولتسكلم الآن على الطلومبة الادروليكية المستعملة في تطريق المعادن فنقول انه يوجد في ترسانة وولويك طلومبة ادروليكية صغيرة تستعمل في تطريق المعادن وهي عبارة عن آلة بخارية تحرك برمة مشدودة مع الاتصاب دائرة الى أسفل والاشغال يضع باحدى يديه تحت هذه البرمة على كفة الطلومبة الادروليكية قطعة المعدن التي يريد أن يشق فيها ثقبا كثير العمق او قليلا ويتكئ بيده الاخرى على رافعة الطلومبة البخاخة ويحاول تنظيم حركاتها على وجه بحيث تقرب هذه القطعة المعدنية

من البرمة عند ما تدور هذه الآلة

\*(الكلام على الطلومبة الادروليكية المستعملة في صناعة البارود)\*

لا يخفى أن التركيب الكيماوى الذى به يتكون البارود يستدعى ضغطا كبيرا حتى يكون لهذا البارود قوة وكثافة عظيمة فقد صادف ما اخترعه براماه فى هذا المعنى قبول الناس وتعودهم على استعماله ولا مانع أن يقال أنه كثير الفائدة عام النفع ثم ان تركيب هذه الطلومبة الجديدة هو فى الحقيقة عين تركيب طلومبى (شكل ١٥) و (شكل ١٦) غير أن طلومبة البخ التى يكون بقرنها الشغالة الذين يضغطون على البارود تكون منفصلة عن الاسطوانة الشغالة وعن الكفة التى يضغط عليها البارود بمحارج كثيف بحيث يبقى الشغالة من خطر البارود اذا اتقدوا لانبوبة الموصله لماء الطلومبة البخاخة الى الاسطوانة الشغالة مائرة من تحت هذا المحارج المستوى ويكون الوضع على شكل اسطوانة محورها عين محور الطلومبة البخاخة

وتوضع مادة البارود الخام التى يراد ضغطها فى صندوق من خشب مستطيل الشكل فى باطنه بطانة من الرصاص وعلى ظاهره تليسات من النحاس وأعلى قابل للانفصال والجزء القائم المستطيل الذى هو عبارة عن مقدمه ينزع ويوضع على حسب الاقتضاء وهو مشدود بعوارض ومسامير من نحاس

وهذا الصندوق يمكن أن يحتوى على نحو ١٥٠ كيلو غراما من البارود وعوضا عن كون الانكليز يضغطون البارود كالفرنساوية كتلا كبيرة يسمونه الى طبقات رفيعة يفصلونها عن بعضها بصفايح من نحاس وتوضع وضعاً أفقياً فهذه الطريقة يكون الضغط أسهل وأتم فان البارود متى انضغط بهذه الكيفية تجزأ وانسحق كله مع السهولة واذا وضع الصندوق على كفة الطلومبة لزم أن ينصب بقر هذه الكفة صقالة صغيرة فوقها سطح يكون ارتفاعه بقدر ارتفاع الكفة التى تكون منخفضة بقدر الامكان وعلى كائنا جهتي هذا السطح حز كبير يشبه حروز سلك الحديد كل حزمهما

يتمدد الى آخر كفة الطلومبة تحت الصندوق وفي هذين الخزين يدخل حزان  
مخوفان او بكرتان مجوفتان لهما حلقان والصندوق يوضع فارغاً على السطح  
ثم يملأ ويغطي بغطائه المستطيل ثم يدفع الى الكفة فعند ذلك تنزع الصقالة  
الحاملة للسطح وفي أسفل العارضة العليا من تخشيب الطلومبة قطعة  
غليظة من الخشب عرضها دون عرض غطاء الصندوق  
فتنحزرت الطلومبة البخاخة ارتفعت الكفة ورفعت معها الصندوق  
فعند ذلك يمس غطاء الصندوق قطعة الخشب الغليظة الثابتة فيستقر ايضا  
هذا الغطاء ويثبت ولاجل أن يستمر الصندوق المذفع بالكفة على الصعود  
دائماً يلزم أن يدخل الغطاء المذكور ويضغط البارود الذي في الكفة حتى  
يصغر حجمه شيئاً فشيئاً بقدر الامكان

### \* (الدرس السابع) \*

في الكلام على توازن الاجسام السابحة وعلى افعالها النوعية وعلى  
سيلان السوائل

اذا وضعت جسمان من الاجسام الصلبة في سائل من السوائل وجدت بعض  
هذا الجسم يتغمس في هذا السائل من جهة وبعضه يعوم على سطحه  
من الجهة الاخرى ومن تلك الاجسام ما يمكن في السائل على وضع متوسط  
بحيث لا يميل الى قرار السائل ولا يصعد على سطحه ومنها ما يميل الى القرار  
فلذا واجب علينا أن نبحث عن منشأ تلك الاوضاع المختلفة من حيث  
التوازن ولنبداً من ذلك بالحالة الاولى ازيد أهميتها فنقول  
اذا فرضنا أن كتلة من السائل مكثت راصدة في حوض اسـ  
( شكل ١ لوحة ٢ ) وفرضنا أن جزءاً من هذا السائل مثل  
م د ح غ تجرد دفعة واحدة بدون أن يزداد او ينقص وزنه او حجمه  
فلا تتغير فيه حالة التوازن اصلاً وزيادة على ذلك تجرد الجزء الباقي من السائل  
على حسب المساواة الموجودة بين الفعل وردة يضغط الجزء المتجمد من أسفل  
الى أعلى بقوة تساوي وزن هذا الجزء المتجمد الذي هو م د ح غ

ولنعوض الآن جزء م د ح غ بجسم صلب موافق في صورته الظاهرة  
وفي زنته لجزء م د ح غ ونبحث عن الشرط اللازم لمكث هذا الجسم  
في حالة التوازن

ولنفرض أن نقطة غ هي مركز ثقل السائل المعوض بالجسم السابح  
فإذا كان مركز ثقل الجسم الذي هو عوض عن سائل م د ح غ  
في محل غ فلا شك أن انضغاطات السائل الظاهر الراسية تساوي  
زنة سائل م د ح غ قبل تعويضه وتساوي زنة جسم م د ح غ الذي  
هو عوض عن سائل م د ح غ

فإذا لم يكن مركز ثقل جسم م د ح غ الصلب في محل غ بل  
صعد أو هبط عموديا عن نقطة غ التي هي مركز م د ح غ فلا شك  
أن اندفاع السائل الظاهر من أسفل إلى أعلى يكون على هذا الخط العمودي  
بعينه ويكون محاذاً لزنة الجسم وبذلك يحصل التوازن دائماً

ومن هنا نتج هذه النتيجة الأولى وهي أن كل جسم سابح على سائل أو منغمس  
فيه يكون فيه على حالة التوازن في صورتين \* الأولى صورة ما إذا كان  
ثقل الجسم مساوياً لثقل السائل المعوض بهذا الجسم \* الثانية صورة  
ما إذا كان مركز ثقل الجسم الصلب ومركز ثقل الماء المعوض بذلك الجسم  
موضوعين على خط قائم واحد

فإذا فرضنا الآن أن زنة الجسم مساوية بالضبط لزنة حجم السائل المساوي  
لحجم ذلك الجسم أمكن انغماس هذا الجسم في هذا السائل بحيث تكون نقطة  
التمهف عماسة لتسوية السائل أو تكون هذه النقطة منغمسة في السائل بعدة  
درجات مختلفة من العمق فإذا استقر الجسم والسائل المحتوي عليه أمكن أن  
يتروك هذا الجسم ونفسه فيصير دائماً في الوضع الذي أخذه في خلال الماء

ولكن إذا كان الجسم أخف من حجم السائل المساوي لحجمه فإن ضغط الماء  
المحيط به يدفع هذا الجسم من أسفل إلى أعلى بقوة تساوي التفاوت الموجود  
بزنة السائل المعوض والجسم الصلب فيصعد هذا الجسم حينئذ ويخرج

منه جزء فوق السائل حتى يكون حجم الجزء المنغرس مساويا لوزن السائل  
المساوي لوزن هذا الجسم

ولنتكلم الآن على الحالة الثالثة أعنى الحالة التي يكون فيها الجسم الصلب  
أثقل من حجم السائل فنقول اننا اذا فرضنا في هذه الحالة أن الجسم الصلب  
منغرس بتمامه في السائل فان الضغط الحاصل من هذا الجسم من أعلى الى  
أسفل على حسب ثقله يكون اكبر من رد الفعل الحاصل من السائل من أسفل  
الى أعلى فاذن يتأثر الجسم بفعل ثقله الخاص ويهبط الى قرار السائل اذا كان  
ثقل هذا السائل واحدا من جميع جهاته

وهذه النتائج الاولى كلها كثيرة القوائد ففى طرحنا في السائل كالماء مثلا  
جسمين من الاجسام الخفيفة فانه يمكن بقوة الدفع غمس هذا الجسم تحت سطح  
السائل مدة لحظات قليلة ولكن عما قليل يدفعه السائل الى أعلى فيظهر فوق  
سطحه ويعوم عليه ولا يبقى في السائل حينئذ من هذا الجسم الاجزاء يكون  
حجمه الموضوع في السائل مساويا لثقله النوعي

واذا كان للاجسام تحقير او تقريبا ثقل يساوى حجم الماء الحالة هذه الاجسام  
محله فان تلك الاجسام غمكت في خلال الماء كبعض الاخشاب السابجة التي  
ليس لها من الخفة ما تعوم به على سطح السائل ولا من الثقل ما تنغرس به وتهبط  
الى القرار وبالجملة ففى كانت الاجسام أثقل من الماء ولو يسير فانها تهبط  
من نفسها الى قرار السائل وهذا ما نشاهده اذا طرحنا في الماء كرة من الحديد  
او من رصاص

فبناء على ذلك اذا كان للجسم وزن ثابتة الآن فيه خاصية بها يزيد حجمه او ينقص  
فانه يمكن أن يغمس في خلال السائل ويعوم على سطحه او ينزل الى قراره  
فاذا جعلنا هذا الجسم قدر كمية السائل الذي يحل محله فان وزنه اما أن يكون  
قدر هذا الجسم أو أقل منه أو أكثر وهذه هي الخاصية التي توجد في الاسماء  
فان الله سبحانه وتعالى جعل لها من الوسائط ما تعيش به في الماء ولو بلغ في العرق  
ما بلغ وتنقل فيه مع غاية السهولة من محل الى آخر فجعل لها قنطرة هوائية

محاطة بغشاء مرن ينسبط تارة ويتقبض أخرى فيزيد حجمه أو ينقص حتى أراد هذا الحيوان الارتفاع اكتفى بارتخاء العضلات الضاغطة لهذه القناة فيزيد حجمه في الحال بدون أن يزيد ثقله فهذه الكيفية يرتفع الى سطح السائل المحيط به بواسطة رد الفعل ومتى أراد النزول الى قرار السائل حرّك تلك العضلات الضاغطة للقناة المذكورة فينقص حجمه وينزل بثقله الخاص به حتى اذا وصل الى العمق الذي يريد لاجل امنه واستراحته نفخ تلك القناة على قدر الكفاية بحيث يحدث فيه ثقل يساوي ثقل الماء الذي يحل محله فيمكث فيه حينئذ مع الراحة والسكون

فاذا فرضنا الآن أن المطلوب عمل سفينة غير قابلة للغرق لزم أن يفرض أن جميع اجزائها التي يمكن للماء الدخول فيها ممتلئة بالماء وأن ذلك لا يمنع السفينة من العوم ويمكن عمل ذلك بأن تتخذ هذه السفينة من مواد خفيفة جدا كالأخشاب البيضاء لاسيما خشب الفلين بحيث لوملا الماء جميع المسافة المشغولة بالمواد التي اتخذت السفينة منها لمكان ثقل الماء اكبر من ثقل السفينة فاذن لا فائدة في ملء باطن السفينة بالماء وحيث ان هذا الماء ليس أثقل من الماء الذي حلّ هو محله فالتفاوت المقروض بين ثقل الجوهر الخفيفة المركبة منها السفينة و ثقل حجم الماء لم يزل موجودا فبناء على ذلك تعوم السفينة ولا تغرق اصلا \* وبموجب هذه القاعدة عملت الزوارق الصغيرة المعدة لانتقاذ اهل السفن الكبيرة التي تغرق قريبا من الميناء ولكن لسوء الحظ لم يمكن أن يصنع من تلك المواد بهذه المثابة السفن الكبيرة المعدة لحمل كثير من الناس والاسلحة والبضائع الصغيرة الحجم الكبيرة الوزن فاذن يلزم التثبت بوسايط أخرى يكون بها انتقاذ تلك السفن من العوارض الكبيرة التي تنفضي بها الى الغرق

وأعظم الاستعمالات التي أمكن للبشر استكشافها من خواص السوائل التي تحمل بها الاجسام الصلبة الموضوعة على سطحها هي خاصة القنج والسفن التي تسير على الماء في البحيرات والابحار لتقل الناس والمحمولات

الصناعية الى مسافات بعيدة في أزمئة يسيرة بواسطة قوى قليلة  
وهذه السفن ليست إلا أجساما صلبة مقعرة تحملها الكلي - آهل من حجمها  
المشغول كله بالماء وبالجملة فالسفينة اذا وضعت على سطح الماء فانها تعوم  
فوقه

والجزء الاسفل منها المنغمس في السطح الافقي من تسوية الماء يقال له اترابل  
اي أسفل منطقة السفينة والسطح الافقي المذكور يعرف بالسطح  
المساوي للماء اي بنقطة تهف هف الماء فعلى ذلك خط التهف الذي هو المحيط  
المرسوم على السطح الظاهر من السفينة يسمى بمستوى التهف اي تسوية  
سطح الماء

ومقتضى القواعد التي ذكرناها في شأن توازن الاجسام السابجة على ظهر  
الماء انه لا يمكن أن تعوم السفينة على ظهر الماء وتبقى على حالة التوازن  
بدون الشرطين الاتيين وهما

(أولا) يلزم أن يكون اترابل المساوي حجمه لحجم الماء المعوض بالسائل  
مساويا في الثقل لحجم الماء المساوي لثقل السفينة مساواة تامة

(ثانيا) يلزم أن يكون كل من مركز ثقل اترابل المقروض شغله كله بالماء  
ومركز ثقل السفينة موضوعا على خط عمودي واحد ولا يكتفى أن تكون  
السفينة المراد وضعها في الماء موضوعة في وضع واحد على ماء راكد بالكلية  
ولا أن تكون متوازنة توازنا وقبيا فان كثيرا من العوارض العارضة تعرض  
على حين غفلة وتغير هذه الحالة وذلك أن ركاب السفينة وخدامها المتنوطين  
بإدارة سيرها وحركتها ينتقلون في الغالب من جهة الى أخرى ومن الأمام الى  
الخلف وكل حركة من حركاتهم تغير حالة التوازن الاصلية وأدنى حركة من الرياح  
التي تغير تسوية السائل وتقرع الجزء العائم من السفينة يحدث عنها عوارض  
أخرى قوية تغير حالة التوازن ايضا

فاذن لا ينبغي الاقتصاد على مجرد كون السفينة ملازمة لوضع واحد  
من التوازن على السائل بل ينبغي ايضا أن يفرض انهماع تغير هذا الاتجاه



بسبب اى عارض كان تكون في حالة التوازن او انها تميل الى أخذ التوازن  
والرجوع الى وضعها الاول

فاذا فرضنا أن السفينة كانت في وضعها الاصلى (شكل ٢) ثابتة على  
سائل مرن وأن نقطة ث هي مركز ثقل الاتزان وهو مرن  
وأن نقطة غ هي مركز ثقل السفينة لزم أن كلا من هذين المركزين يكون  
على خط واحد عودى مثل ث غ بحيث تكون السفينة في السائل  
على التوازن دائما فلوفرنا انها تميل قليلا بحيث تكون ا د (شكل ٣)  
هو خط التهفف بدلا عن ا د الذى هو خط التهفف الاصلى رأينا  
ان الاتزان يستتبع حجم د ب د من جهة خط ث غ  
ويقتضيه حجم ا ب ا من الجهة الاخرى من هذا الخط فاذا كان مركز  
الاتزان بهذا التغير مستقلا من جهة ب د د الى نقطة ث

فاذا رجعنا عود ث م الى نقطة م التى يتلاقى فيها مع مستقيم  
ث غ ب نقطة م هذه هي ما يسمى بالمركز الخارج من السفينة  
واذا كانت نقطة غ التى هي مركز السفينة موضوعة في نقطة م  
مع الاحكام والضبط حصل التوازن وبقيت السفينة على حالة التوازن  
في وضعها الجديد كما كانت في وضعها الاصلى

ولو فرضنا أن نقطة غ التى هي مركز ثقل السفينة تحت نقطة م  
لكان هناك قوتان احدهما تساوى ثقل السفينة وهى التى تتحركها  
في نقطة غ من أعلى الى أسفل والاخرى تساوى هذا الثقل او ثقل الماء  
المعروض وهى التى تتحرك السفينة من أسفل الى أعلى فعلى ذلك تتحرك هاتان  
القوتان معا لاجل تدوير الجسم العائم من الشمال الى اليمين فان مال من  
اليمين الى الشمال او العكس بمعنى ان اختلاف القوتين يكون سببا في أخذ  
السفينة لوضعها الاصلى ففى هذه الحالة يكون التوازن ثابتا ويستتقر  
الانسان في السفينة ولا يخاف من الفرق اذا تغير وضع التوازن الاول  
واما اذا كان مركز غ (شكل ٤) فوق نقطة م فان قوة ثقل

السفينة وقوة السائل الدافعة يتحرك لاجل تدوير الجسم في جهة واحدة كالليل السابق بمعنى اننا اذا ميلنا السفينة من جهة مالت معنا الى تلك الجهة وبالجملة فبدون النظام والترتيب الذي لم تكلم عليه هنا تدور السفينة حتى تنقلب وهذا ما يسمى بالانقلاب وفي هذه الحالة لا يكون التوازن ثابتا وقبل أن يعرف مهندسو السفن الوسائط اللازمة للثبات الكافي للركاب كان أغلب السفن لا يوجده فيه هذه الصفة التي لا بد منها وكان يرى ما ميل الى وضعه الاقل اذا حصل له أدنى تغير ولكن اذا تجاوزت القوة المعارضة حدتها فان السفينة التي تكون ثابتة في الميناء لا تكون كذلك في وسط البحر مع شدة الريح العاصفة بل بمجرد اشتداد الريح تنقلب السفينة وتصبى وركابها تحت الامواج واما الآن فصار يمكن النحرز من مثل هذه الاخطار بواسطة المعارف

ومن أطف الاشياء كون الانسان يرى العلوم البحرية تسعى الى اعائه وحفظه من الاخطار التي لم يمكن تدار كها بالتجربة العملية التي هي عبارة عن استعمال بعض وسائط متخبة وحسابات مضبوطة ولولا كثرة مواد هذا البحث لاوردنا هنا ما يلزم له من التفاصيل المتعلقة بمعرفة ثبات السفن فان ذلك من خصوصيات الهندسة العالية فلزم تركه للضباط البحرية ومعمارية السفن حيث ان ذلك من وظيفتهم فليراجعوه في تطبيقات الهندسة والميكانيكا فانه مذكور فيها مع التفصيل والتوضيح التام ولما تكلمنا على تغيرات حجم الاجسام السابجة ناسب أن نعقب ذلك بالكلام على ثبات او تغير حجم السوائل التي تعوم فيها هذه الاجسام فنقول

ان هنالك سوائل كالماء والنيذ والزيق لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا ولو اشتد الضغط عليها فلذا كانت تسمى بالسوائل الغير المنضغطة وهي وان كانت لا تتأثر بالقوى التي يستعملها الانسان في زيادة حجمها او تقليصه لكنها تتأثر بالقوة المؤثرة في جميع الاجسام الطبيعية وهذه

القوة هي الحرارة

فكلما زادت الحرارة في هذه السوائل زاد حجمها فاذا وضعنا عدة سوائل مختلفة الطبيعة في محل واحد و كانت كلها تتأثر بالحرارة على اختلاف أنواعها فان ما يطرأ على حجمها من التغيرات يكون على حسب النسب الثابتة تقريباً مثلاً اذا فرضنا أن عموداً من الماء تأثر بقوتين مختلفتين من قوى الحرارة او البرودة حتى زاد طوله او نقص كنسبة ١ او كنسبة ٢ وغيرهاء بعمود آخر من الزئبق او الزيت او الكحول وغير ذلك من السوائل فان حجم هذا العمود الثاني يتغير بالزيادة او النقص في هاتين الحالتين بكميات متناسبة تقريباً :: ١ : ٢

فيكني اذن أن نعرف التغيرات التي تحدثها الحرارة في سائل واحد في محل واحد اذ بذلك نعرف نسبة التغيرات التي تحدثها هذه الحرارة في السوائل الاخرى وهذا التوافق الحاصل في تغير حجم السوائل لا يكون الا في حدود معلومة بحيث لو تعداها اختلفت طبيعة هذه الاجسام

فلو بردت السوائل بزيادة بعض درجات تجمدت وصارت صلبة فمن ثم اذا اشدت البرودة صار الماء ثلجاً واذا كانت البرودة دون ذلك بكثير تجمد الزيت وانعقد فلذا ترى الزيت في فصل الشتاء يتجمد في المزية مع وجود حرارة المحل بخلاف الماء فإنه لا يتجمد في البلور الموجود بهذا المحل

واتم روح النبيذ والزئبق فليس كذلك والماء الصافي لان تجمدهما عسر جداً فاذا نزل كل سائل درجة مخصوصة يتجمد فيها مادامت هذه الدرجة باقية على حالها والا خرج الجسم عن السائلة الى الصلبة

فذا أبدلنا البرودة بالحرارة وزدناها شيئاً فشيئاً فان هذه السوائل تنتهي الى حد معلوم تتفرق فيه اجزؤها الصغيرة عن بعضها وتستحيل بخاراً او غازاً وتصير اجساماً سائلة كالهواء

وذلك انما يكون اذا سخن الماء حتى وصل الى درجة الغليان الذي هو كناية عن ازدياد حجم جزئياته التي تستحيل من حالة السائلة الى حالة الغازية

وهذه الزيادة يشغل الماء الذي استحال الى بخار او غاز مسافة اكبر من مسافته قبل الاستحالة بألف وسبع مائة مرة

وكذلك يمكن تحويل السوائل الاخرى الى حالة البخارية او الغازية لكن بدرجة مخصوصة من الحرارة فيلزم في تصاعد الاثير والكحول حرارة أقل من الحرارة اللازمة لتصاعد الماء ويلزم في تصاعد الزيت حرارة اكثر من ذلك كله ومع هذا فيلزم في تصاعد السائل الواحد واستحاله الى بخار أن تكون درجة الحرارة واحدة

وحيث كان يحصل للسوائل في حالتي التجمد والتصاعد تغيرات متناسبة تقريباً وكانت درجة الحرارة التي تحدث التجمد او التصاعد في سائل واحد لا تتغيراً يمكن أن نأخذ تفاوت الحرارة الحاصل بين تجمد اى سائل كان كالماء مثلاً وتصاعده ونقسم ذلك التفاوت الى اجزاء متساوية ونجعلها وحدة للحرارة

وهذا ما كان يفعله رومور فإنه كان يقسم تغيرات الحرارة الى ثمانين درجة متساوية من ابتداء تجمد الماء الى تصاعده

واما الآن فلراحة النظام في التقسيم قسموا هذه المسافة الى مائة درجة متساوية وهو ما يسمى بالتقسيم المئتي

وقد ترتب على هذه المعرفة السهلة التي هي أخذ الحرارة وحدة قياس تقدم عظيم للعلوم الطبيعية والفنون الصناعية فلو عرف الاقدمون طريقة قياس الحرارة لتركوا لنا معارف نفيسة في شأن حرارة الكرة وعدة حوادث طبيعية ومثل ذلك مما يبحث الانسان على اختراع الطرق والوسائط التي يقيس بها مع الضبط كل قوة من القوى الطبيعية

وانرجع الى الكلام على توازن السوائل الحقيقية فنقول ان كتلة السائل التي تكون درجة حرارة جميع اجزائها واحدة يظهر منها في سائر نقطها أن وزنها واحد وحجمها واحد فتكون كثافتها واحدة من جميع جهاتها

فاذا قايطنا عدة اجسام مختلفة وكانت متحدة الحجم كانت كثافتها متناسبة

مع اوزانها

فاذا أخذنا كيلوغراما من الماء بنحو ٥ درجات من الحرارة وكيلوغراما آخر بنحو ١٠ درجات وثالثا بنحو ٢٠ ورابعا بنحو ٣٠ وخامسا بنحو ٦٠ وهكذا كان وزن الجميع واحدا غير أن حجم الأول يكون أقل من الثاني والثاني أقل من الثالث والثالث أقل من الرابع وهكذا

ولاجل مقابلة هذه الكثافات تقيس حجم كيلوغرام الماء في جميع هذه الاحوال المختلفة فان زلت الحرارة الى الدرجة التي يكون فيها هذا الحجم صغيرا جدا كان حجم الماء الذي يساوى دسيمترا مكعبا هو عين القياس المسمى ليتر والمراد من الماء هنا الماء المقطر الذي تصاغر حجمه بقدر الامكان ويسمى في اصطلاحهم بالماء المقابل

(ولا يوصل في تصغير حجم الماء الى درجة الصفر ودرجة حرارة الثلج الذائب بل الى ما فوق الصفر ثلاث درجات وكسور)

ومن المهم ايجاد وسائطها تكون مقابلة كثافة الماء المأخوذ وحدة للقياس بكثافة جميع الاجسام الاخر

وقد ذكرنا أن كثافة الجسمين المتحددين في الحجم تكونان مناسبتين لزنة هذين الجسمين ويطلق اسم الاوزان النوعية على الاوزان المتقابلة من هذين الجسمين المتحددين في الحجم

وثقل الماء الذي صغر حجمه يؤخذ وحدة قياس للاوزان النوعية

فاذا رجعنا للوزن النوعي من حجر او معدن من المعادن بعدد ٢ او ٣ او ٤ دل ذلك على أن وزن دسيتمتر مكعب من هذا الجسم يساوى وزن دسيتمتر مكعب من الماء المأخوذ وحدة للاوزان النوعية مرتين او ثلاثة اواربعة ويؤخذ من توازن الاجسام السابجة طريقة سهلة توصلنا الى معرفة الاوزان النوعية وهي أعظم فائدة من غيرها من الطرق التي تستعمل في ذلك

وحينئذ لا يمكن بدون استعمال توازن الاجسام السابجة أن نعرف الاشكال النوعية الا بالعمليتين الآتيتين احدهما أن تقيس مع غاية الضبط حجم ق

الذي هو حجم الجسم المطلوب معرفة ثقله النوعي ثاقيتها أن تقيس وزن ح  
الذي هو وزن هذا الجسم المعروف المقدار في حالة الفراغ وتقدر أن  $ق = ث$   
لترات وأن  $ح = م$  كيلوغرامات فاذن  $\frac{ق}{م}$  هو العدد الدال  
على الوزن النوعي

ولكن اذا كان شكل الاجسام غير منتظم فانه يتعسر او يتعذر قياس حجمها  
قياسا هندسيا فلي ذلك لا يمكن أن نعرف حجم هذه الاجسام ولا وزنها النوعي  
معرفة صحيحة

فاذا كان جسم ح (شكل ٥) منغمسا بتمامه في سائل ابث  
المصغرا الحجم وبقي معلقا فيه لكون ثقله يساوي ثقل حجم الماء المحال هو محله  
كانت نسبة زنة هذا الجسم الى حجمه كنسبة زنة الماء المعروض الى حجمه  
وفي هذه الحالة يكون الوزن النوعي لهذا الجسم مساويا مع الضبط لثقل الماء  
ويستدل على ذلك بعدد ١.

واذا كان جسم ح (شكل ٦) الموضوع في وسط السائل بدون حركة  
محتاجا الى أن يمسك بقوة ف لتلايميط الى قرار الماء كان حجمه أثقل من  
الماء المحال هو محله فاذن يكون ثقله النوعي اكبر من ١

ومن السهل معرفة المقدار الكلي لهذا الثقل النوعي  
وذلك بأن نعتبر مثلا بحرف ق لترات عن عدد لترات الماء المقابل  
المعروض بحجم ح أعني حجم هذا الجسم بحرف ق كيلوغرامات يصير  
ثقل الماء المعروض

وليكن الآن حرف ف عبارة عن القوة التي يلزم استعمالها لمنع  
جسم ح من الهبوط الى قرار السائل

وحيث ان هذا الجسم قد ذهب بواسطة اندفاع الماء جزء من ثقله مساو  
لثقل الماء المعروض المساوي ق كيلوغرامات فاذن يكون ثقل هذا الجسم  
ناقصا ف مساويا ف فعلى هذا يكون الوزن الكلي للجسم الموزون  
في الفراغ (اي خارجا عن السائل) مساويا ق + ف كيلوغرامات

وبالمجمل فالوزن النوعي لهذا الجسم يكون مساويا  $\frac{ق + ح}{ق}$

فاذا اقتضى الحال أن ندفع جسم  $ح$  من أعلى الى أسفل بقوة  $ف$  لاجل منعه من الصعود الى سطح الماء لئلا عن جذبه بقوة  $ف$  من أسفل الى أعلى لاجل منعه من السقوط الى القرار صارت زنة الجسم الحقيقية عبارة

عن  $ق - ف$  كيلوغرامات وصارت ثقله النوعي مساويا  $\frac{ق - ف}{ق}$

ويستعمل لقياس قوة  $ف$  آلة عظيمة تسمى بالميزان الادروستاتيكي (شكل ٧) وهو ميزان ذو ذراعين متساويين عادة وكفتين احدهما معدة لوضع الاثقال فيها

وفي أسفل كل واحدة من هاتين الكفتين خطاف متغير يعلق فيه طرف خيط رفيع وفي الطرف الآخر من هذا الخيط تعلق الاجسام المراد معرفة وزنها النوعي

وقبنا هذا الميزان مستندان على مسندين منضمين الى قضيب آلة مربعة معدة لرفع الاثقال وهذا القضيب يهبط ويصعد على حسب تدوير ملطاف هذه الآلة عينا او ثمالا ويهبطه وصعوده تهبط او تصعد فقط تعليق الميزان وبهذه الطريقة يمكن سقوت جسم  $ح$  في الماء يملئ بالماء المصغر حجمه بقدر الامكان ويمكن ايضا معرفة ثقل  $ف$  الذي يلزم وضعه في احدى الكفتين لاجل معادلة جسم  $ح$  المغموس في الماء

فاذا وضع ثقل  $ف$  في الكفة المعلق فيها الجسم كان هذا الجسم أخف من الماء الحال هو محله واما اذا كان وضع الثقل المذكور في الكفة المقابلة كان الجسم أثقل من الماء

فاذا وزنا الآن جسم  $ح$  في الفراغ اى قبل حلوله في السائل وقد زلنا وزنه يبلغ  $ق$  كيلوغرامات نحصل معناه أن الثقل النوعي من الجسم الموزون

$= \frac{ق - ف}{ق}$  أو  $\frac{ق - ف}{ق}$  على حسب كفة الميزان التي يوضع فيها

ثقل  $F$  وحيث كان من المهم أن تعمل هذه العمليات مع غاية الضبط لزم عمل مدرج مثل  $ح$  و  $و$   $خ$  وعقرب مثل  $ش$  ويعرف بهما هل الميزان قبل كل وزنة وبعدها في حالة التوازن الطبيعي أم لا وبالجملة فلاجل التحقق من توازن هذه الآلة بتمامها ينبغي أن يكون الميزان محمولا على اطراف البريمات الثلاثة التي تستعمل في رفع الجهات المنخفضة رفعا بحيث يصير طرف الكرة المعلقة في الخيط على نقطة موضوعة في مركز القاعدة التي تساويها تلك البريمات تسوية صحيحة

ومن الاجسام ما يذوب بمجرد الوضع في الماء كالجواهر المالحة ومنها ما يمتص الماء سريعا فحينئذ تكون قوة  $ق$  اللازمة لتوازن هذه الاجسام في الماء زائدة بقدر زنة الماء الممتص وناقصة بقدر الجوهر المحلول الذائب في الماء المحتوى عليه فيلزم في مثل هذه الحالة أن توزن تلك الاجسام في سائل آخر يكون ثقله النوعي معروفا كالزيت والكتول والزئبق ويكون مختلفا للجوامد التي يراد معرفة ثقلها النوعي

ولاجل قياس ثقل الاجسام الصغيرة النوعي تستعمل آلة عظيمة اخترعها نكولسون

وهي عبارة عن اسطوانة من الصفح مرمر موزلها بحرف  $ا$  (شكل ٨) وكفة مرمر موزلها بحرف  $ب$  معلقة فوق تلك الاسطوانة بواسطة قضيب صغير وسطل مرمر موزله بحرف  $ض$  عروته معلقة تحت الاسطوانة المذكورة فاذا أردت أن تعرف بواسطة هذه الآلة الثقل النوعي لجسم  $ث$  فضع هذا الجسم أولا في كفة  $ب$  وأردف عليه ثقل  $ف$  حتى ينزل الجسم المنغمس بتمامه في الماء المقابل بحيث تكون علامة  $ط$  على سطح الماء وقد عرفت قبل ذلك ما يلزم وضعه من وزن  $ق$  (غير الجسم) لاجل تنزيل هذه الآلة بحيث تكون علامة  $ط$  على سطح الماء فاذن ينتج معك

$$ق = ح + ف و ح = ق - ف$$

وهو وزن جسم  $ث$



نضع جسم  $\theta$  في سطل  $\psi$  الصغير ونغمسه في الماء ونقلا الكفة  
الصغيرة بالصنج حتى تنزل الآلة على قدر الكفاية بحيث تكون علامة  $\theta$   
على مساواة السائل

واذا رمزنا بحرف  $\phi$  الى مجموع هذه الاوزان الجديدة نخرج معنا  
ق -  $\phi$  تساوى ثقل جسم الماء المعوض بجسم  $\theta$  فعلى ذلك

تكون  $\frac{\phi - \psi}{\psi} =$  لثقل جسم  $\theta$  النوعي

فاذا أردنا الآن معرفة الوزن النوعي للسوائل أخذنا مكعبا من جسم معدني  
يكون ضلعه محدود دسمتر واحد وعلقناه في أسفل كفة الميزان الادروستيكي  
فلوغمسنا من مبدأ الامر هذا المكعب في الماء المقابل لزال من وزن الجسم  
نحو كيلوغرام واحد فيلزم اذن أن نضع على الكفة الحاملة للمكعب المعدني  
كيلوغراما ليكون الميزان الادروستيكي في حالة التوازن الذي فرضناه  
قبل الغمس في السائل

فاذا أخرجنا المكعب من الماء وغمسناه في سائل آخر كالزيت او روح العرق  
مثلا كان حجم كمية السائل المعوضة واحدا ووزنها مختلفا لان هذه الاجسام  
أخف من الماء فاذا فرضنا حيثئذ أن  $\chi$  هي الوزن الجديد الذي يلزم  
وضعه في الميزان كي يحصل بعد الانغماس التوازن الذي كان موجودا قبله  
تحت معنا هذه النسبة وهي نسبة وزن دسمتر واحد مكعب من الماء المقابل  
الى وزن دسمتر مكعب من السائل الجديد كنسبة كيلوغرام واحد الى  $\chi$   
كيلوغرامات فاذن تكون  $\chi$  هي الوزن النوعي لهذا السائل الجديد  
فاذا استعملنا عوضا عن المكعب المعدني الحال في الحقيقة محل لير واحد  
من الماء مكعبا لايحل ليتر او  $\frac{1}{10}$  او  $\frac{1}{100}$  من ليتر فان الوزن المفقود  
من المكعب في الماء المقابل على حسب هذه الاحوال يكون  $\frac{1}{10}$  او  $\frac{1}{100}$  او  $\frac{1}{1000}$   
من كيلوغرام او يعبر عن ذلك بحرف  $\mu$  كيلوغرامات فاذا عبرنا عن الوزن

المفقود في السائل الجديد بحرف  $\chi$  كيلوغرامات نتج معنا  $\frac{\chi}{\mu}$

وهو الوزن النوعي المطلوب بمعنى انه يكفي في تحصيل الوزن النوعي للسائل الجديد أن تقسم الوزن المفقود من السائل الجديد على الوزن المفقود من الماء وهناك طريقة عظيمة تستعمل لاجل معرفة الأوزان النوعية لسائلين وهي اتانكب أولا كمية من الزئبق مثل  $\alpha$  ب (شكل ٩) في انبوبة مغمية ثم نصب في فرع  $\alpha$  الاول وزنا مثل  $\chi$  من السائل الاول الذي نريد أن نعرف وزنه النوعي ثم وزنا آخر مثل  $\chi$  من السائل الثاني في فرع  $\beta$  حتى يستوى الزئبق في الفرعين

فان يكون الضغط الواقع من وزن  $\chi$  على جزء  $\alpha$  من الزئبق مساويا للضغط الواقع من وزن  $\chi$  على جزء  $\beta$  من هذا الزئبق فيقتد  $\chi = \chi$  واذا استوت الانبوبة وصارت متوازنة كان جمعا السائلين اللذين يرتفع أحدهما من  $\alpha$  الى  $\beta$  والاخر من  $\beta$  الى  $\alpha$  متناسين مثل ارتفاع  $\alpha$  الى  $\beta$  فعلى ذلك تكون النسبة بين الثقليين النوعيين لهذين الجسمين كنسبة  $\frac{\chi}{\alpha}$  و  $\frac{\chi}{\beta}$  ومن ذلك يعلم أن الثقليين النوعيين لهذين الجسمين كناية عن ارتفاع  $\alpha$  و  $\beta$  وان كان ذلك على خلاف القياس

وقد عيب على هذه الطريقة وعلى استعمالها في العمليان من وجهين أحدهما انه يتعسر على الانسان في مبدأ الامر وجود انبوبة يكون لفرعيها قطر واحد من جميع جهاتها ثانيا هملانه لا يمكن اتحداجواب تلك الانبوبة كثيرا ولا قليلا مع السوائل وذلك بقصر نتيجة وزن السوائل النوعي فالاحسن أن تستعمل الطريقة الكثيرة الاستعمال في الفنون وهي طريقة الآلة المسماة بالارومتر (أي ميزان ضغط السوائل) وذلك بأن تفرس أولا كرة فارغة من زجاج مثل  $\beta$  (شكل ١٠) وكرة أخرى أصغر منها

مثل خسر في جزء منها رصاص اوربق وتكون منبثة تحت الكفة  
الكبرى وقطرص ايضا فوق هذه الكرة انبوبة مثل  $\text{ش}$  مدرجة بتقسيمات  
متساوية فاذا فرضنا أن هذا الار يومتر بنفس في الماء المقابل الى نقطة  $\text{هـ}$   
فان انغماسه يكون أقل من ذلك لو غمس في السوائل الخفيفة عن الماء وهناك  
علامات مخصوصة تبين الحجة الذي يصل اليه الار يومتر حال انغماسه في سائل  
معلوم الوزن النوعي كالعرق او المحلولات الملحية فعلى ذلك اذا امتحنا سائلا  
من السوائل فاننا نجد وزنه النوعي اما أن يكون مساويا لوزنه المعتاد او أقل  
منه أو أكثر ومثل ذلك من الامور المهمة في عدة فنون

والآلة التي اخترعها فارنهييه (شكل ١١) هي أنفع بكثير من الآلة  
السابقة وهي تجالفتها من حيث كون كرتها الكبيرة مستطيلة وانبوبتها  
قضييا قصيرا فيعاجدا ووقه كفة صغيرة إلا أن هذا الار يومتر يوزن مع غاية  
الضبط ويرسم وزنه على الكفة لثلاثين ثم يغمس في الماء المقابل وبعد ذلك  
تملا الكفة باثقال صغيرة مثل  $\text{ح}$  حتى يغمس الار يومتر المذكور في الماء  
الى علامة  $\text{ا}$  تحقيقا ثم يخرج ويغمس في السائل الذي نريد معرفة وزنه  
النوعي ثم يوضع في الكفة اثقال صغيرة أخرى مثل  $\text{خ}$  حتى تصير علامة  $\text{ا}$   
على مساواة السائل

فاذا رمزنا الآن الى وزن الار يومتر الموزون في الفراغ (اي خارج السائل)  
بحرف  $\text{ح}$  نخرج معنا لوزن السائل المعوض وقت الانغماس الاول  $\text{ح} + \text{ح}$   
ولو زنه وقت الانغماس الثاني  $\text{ح} + \text{خ}$  وزيادة على ذلك يكون حجما كلتى  
السائل المعوض متساويين فبناء على ذلك تكون نسبة  $\frac{\text{ح} + \text{خ}}{\text{ح} + \text{ح}}$

هي نسبة الوزنين أعنى وزنى السائل النوعين

ثم ان علماء الطبيعة يستعملون الاوزان النوعية في تمييز الاجسام المتعددة  
في الصورة واللون المختلفة في الطبيعة ويستعملها الجوهريجية ايضا ليعرفوا بها  
الاجار الثمينة من غيرها وكذلك الكيماوية والاطباء اجتمدوا في معرفة خاصة

هذه الاوزان حتى لا يدخل عليهم غش الدجالين الذين من عادتهم بيع الاجزاء  
الكيمائية والادوية المغشوشة

ولامانع أن اذكر هنا مثالا شهيرا يستدل به على منفعة الآلات التي تستعمل  
في قياس اوزان السوائل البتوية قياسا صحيحا مضبوطا فأقول ان العرق  
له وزن نوعي يختلف كبيرا وصغرا باختلاف درجة تركيزه (اي انعقاده  
وتداخل اجزائه في بعضها) كثرة وقلة والفرنساوية هم اول من فاسد درجة  
تركيز العرق بميزان السوائل واول من احرز قصب السبق في غفر اختراع العرق  
وجعله على الدرجة المضبوطة الملايعة لاناواع الاحتياجات والاستهلاكات

وقد اراد الاسبانيول من اجهة الفرنساوية على غفر صناعة عمل العرق بسبب  
نظافة ابتذنتهم الروحية بالتقطير ولكنهم لم يهملهم بقياس درجة التركيز بميزان  
السوائل اكتفوا بوضع قطعة من الزيت على العرق تنزل فيه من ارتفاع معلوم  
فيقدر غوص هذه النقطة كثرة وقلة في عمق السائل تعرف قوة العرق كثرة  
وقلة ايضا وكانت هذه الطريقة الخشنة توقعهم غالبا في الخطأ فكانوا  
يعطون المشترين من الاجانب خيرا مختلف الدرجة فكان ذلك منشأ لاذم  
محصولاتهم وسوء شهرتها حتى اضطروا الى بيعها للفرنساوية بدون القيمة  
فالآتهم العظيمة يكسبونها القوة المناسبة بالدرجة المضبوطة وبيعونها  
بأعلى ثمن كغيرها من الارواح المستخرجة عندهم فكانوا قبل الفتنه يكتسبون  
في كل سنة من شمال اوربوا من هذه التجارة بمخصوصها اربعة ملايين من  
الفرنكات

واما الآن فعرف الاسبانيول استعمال ميزان السوائل وحرموا الفرنساوية  
من هذا الربح العظيم

وبذلك تعرف اهمية منفعة الآلات البسيطة المتحصلة من الميكانيكا بالنظر  
لتجارة الاهالي وترويتهم ولاشك أن منشأ تلك الفوائد انما هو العلوم  
والمعارف

وحيث تكلمنا على ما يتعلق بضغط السوائل ووزانها فامسب أن نتكلم على

النتيجة التي تحصل من هذه السوائل حين ادفاعها من الاناء أو الحوض  
الذي يحويها مطلقين على المسلك الذي تخرج منه السوائل المذكورة اسم  
الثقب أو المنفذ سواء كان ذلك المسلك في عمق الاناء أو واحد جوائبه فتقول  
لفرض أولاً أن المنفذ في عمق الاناء وأن هذا العمق أفقى بجزء العمق الذي كان  
شاغلاً لمل المنفذ كان سائلاً لضغط مساو لعمود الماء الذي صار هذا المنفذ  
قاعدة له وارتفاعه هو نهاية سطح السائل الاعلى وهذا العمود هو عبارة  
عن الثقل الصاغط لجزأت الماء الموضوعة على نفس القاعدة وهذه هي طريقة  
معرفة السرعة التي تكون للسائل بالنسبة للضغط المذكور فإذا علمنا  
في هذا الثقب انبوية معينة ارتفاعها مساو ولو للسطح الاعلى من السائل  
فإن هذا السائل بمجرد الثقل يدفع في الانبوية بقوة تتجدد في كل لحظة بشدة  
واحدة وهذه هي القوة السريعة الدافعة فإذا كان يكون السائل مندفعاً من أسفل  
الى أعلى بنفس هذه القوة يبقى يساوى ارتفاع السطح الاعلى من السائل  
وبذلك يحصل التوازن ويصير السائل ساكناً كما رأينا وعليه فالسرعة التي  
يأخذها السائل من ابتداء صعوده من السطح الاسفل من الثقب الى السطح  
الاعلى منه هي عين السرعة التي يأخذها من هبوطه من السطح الاعلى الى  
السطح الاسفل حتى يصل الى السطح المذكور وحيث ان سرعة الجسم الساقط  
بنفسه مناسبة لجزر تر يسع ارتفاع سقوطه فالسرعة التي يخرج بها الماء من  
المنفذ مناسبة لجزر تر يسع ارتفاع عمود الماء الموجود فوق هذا المنفذ  
ويكون تأسيس نافورات الماء على حسب القاعدة التي توصلنا بها الى هذه  
النتيجة وذلك بأن تبرز انبوية معينة من حوض مرتفع فيصعد الماء المندفع  
منها عموداً حتى يصل الى ارتفاع هو في الحقيقة عين ارتفاع السطح الاعلى من  
السائل ما لم يكن هنالك هواء يقاومه ويعارضه ولتلاحظ ايضاً انك اذا رأيت  
نافورة ماء وجدت سرعة الماء قوية عند خروجه من الثقب ثم تنقص  
شيئاً فشيئاً كلما ارتفع السائل حتى تضعف بالكلية عند آخر درجة ارتفاع  
الماء التي منها ينزل الماء الى أسفل أخذاً في السرعة التدريجية التي كانت له

وقت الصعود

والمياه التي تغوص في الارض تميل الى الصعود منها بحيث تساوى سطح محلها الذي تزلت منه وهذا هو اصل المنابع والعيون ونحو ذلك  
واذا سال الماء من اناه بواسطة ثقب فالكمية التي تسيل من الماء في زمن معلوم تكون مناسبة لسرعة السائل و سطح الثقب ومع ذلك فالمقاومة التي تحصل للسائل من جوانب الثقب تختلف كبرا وصغرا باختلاف سطوحه فتكون مزدوجة بالنسبة الى ثقب ذي أربعة سطوح ومثلثة بالنسبة لذي تسعة وهكذا وكلما صغرت المنافذ كبرت المقاومة وبالعكس

وهناك سبب آخر تقتض به كمية الماء الخارج من الثقب وهو ما يسبح في اصطلاحهم بانفعاد السائل وذلك أن عمود السائل العمودي على مستوى الثقب ليس هو الذي يميل بمفرده الى الخروج من هذا الثقب بل كذلك جميع الجزيات السائلة المحيطة بهذا العمود فرياس من الثقب اذا كانت مضغوطة الى جهة ذلك العمود فانها ايضا تميل الى الخروج من الثقب للذ كور ويتولد من ذلك ضغط جاذبي يميل الى ضم العمود اى السائل عند خروجه من الثقب وكلما دقت جوانب الثقب عظم الانعقاد ويتناقص بتعليق لتبوية في الثقب وتطويلها بالتدريج الى حد معلوم اذ يتجاوز هذا الحد تضعف سرعة السائل باحتكاكه في الجوانب الباطنية من الأنبوية بل ربما انعدمت السرعة بالكلية اذا كانت الأنبوية أقصبة ومفرطة في الطول .

فعلى ذلك اذا أردت أن توصل المياه الى محل بواسطة أنابيب طويلة جدا لزم أن تجعل لهذه الانابيب انحدارا كافيا بحيث يكون ثقل الماء دائما مبطلا للتأخر الذي ينشأ عن احتكاكه في جوانب الأنبوية

ثم ان الثقب ليس على صورة واحدة بل قد تكون الثقب متحدة السطوح وفيها ثقب صورته مخالفة لصورة البقية فهذا الثقب يخرج منه في زمن معلوم كمية قليلة من الماء وكذلك اذا كانت على اشكال متحدة الاضلاع فما كان منها منتظما تخرج منه كمية كبيرة من الماء ومن الاشكال الكثيرة



من الامطار مناسبة لسطح الارض الافقى فلو أمكن معرفة كمية المطر  
التي تقع على كل متر مربع مع الضبط لكان مجموع هذه الكميات المائية  
دالا على جملة مياه أمطار فرانس ولكن معرفة ذلك متوقعة على كثير  
من التجارب فاذا يلزم الاقتصار في هذا المعنى على بعض الملاحظات  
كأن تضع في محل قاراتنا مفتوحا من أعلاه وفي أسفلها تقع متصل بمحوض  
مسدود سدا محكما بواسطة جنفية لمنع تصاعد المياه وتكون فتحة الاناء عبارة  
عن سطح مضبوط القياس بحيث يساوى مترا مربعا فحينئذ يتحصل من كمية  
الماء التي تقيسها بالتوالي على حسب الامطار كمية مجموع المياه المطرية الواقعة  
على كل متر من الامطار المسطحة

وقد رأى علماء الهيئة الذين تكلموا على أطوال مملكة فرانس انه يجب عليهم  
بمقتضى الملاحظات العديدة التي أبداها علماء الطبيعة في هذا المعنى تقويم  
كمية الماء التي تقع في كل سنة على المتر الواحد من أرضها بسبعة اعشار متر  
مكعب فبناء على ذلك اذا أخذنا  $\frac{7}{10}$  من الامطار  
المربعة التي هي عبارة عن سطح هذه الارض تحصل معنا ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠  
من الامطار المكعبة بالنسبة الى كمية المطر الذي يقع في السنة المتوسطة على  
أرض فرانس

وجميع المياه التي تقع على الارض تنقسم اربعة أقسام الاول يغوص  
في الارض ومنه تتكون المستنقعات التي تستمد منها منابع العيون والانهار  
وهذا القسم أتم نفعها للصناعة من غيره والثاني يسيل على الارض بلا واسطة  
ومنه تتكون السيول والجاري وغيرهما ومنه ايضا يحصل الفرق والزيادات  
الفيضانية وربما أمكن تقليل مضاره في بعض الاحوال بل ربما أمكن جعله  
نافعا للصناعة في بعض أحوال أخرى

والثالث تستهلكه النباتات وتشربه وأرباب الصناعة يبحثون عن زيادته  
والرابع يتصاعد بخارا وأرباب الصناعة يبحثون عن تنقيسه  
ويتعسر الوقوف على وجه صحيح لا تقسم المياه الى هذه الاقسام الاربعة



ومع ذلك فالذي أراه يقتضى حسابات حررتها أنه لا يمكن بالنسبة لفرانسا أن تقوم بأقل من الثلث كمية المياه المطرية التي لم تشر بها النباتات ولم تصاعد بخارا وتذهب الى البحر ولنفرض أن المياه المطرية التي تذهب في البحر ليست الا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة وأن هذه المياه النازلة من المحال المرتفعة من الارض واما المحال التي تكون أرفع من ذلك بسبب ما فيها من الاجات فلا مانع من اعتبارها كالمحال التي تكون مياهها المتحصلة أكثر من هذا المقدار ومع ذلك فنقول ان كمية المياه المطرية تكون واحدة في جميع المحال اذا كانت تلك المحال في حوض واحد

ولاجل معرفة كمية القوة المحركة المتحصلة من ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة نضرب كل متر من مكعب الماء في ارتفاع المحل الذي يسيل منه الماء في المجارى او الخلبان التي تنتفع بها الصناعة

ولو أخذت مستوى فرانسا أخذا كاملا بواسطة مخينات أقيمت متقاربة من بعضها بقدر الكفاية لكي ضرب سطح الارض الافقي المتحصر بين هذه المخينات المتنوعة في الارتفاع المتوسط المتحصر بين النقطة العليا والنقطة السفلى من كل خط من مقياس التسوية واذا قسمنا مجموع هذه الحواصل على السطح الكلى تحصل معنا ارتفاع الارض المتوسط ونضرب هذا الارتفاع في جلة المياه المطرية تحصل كمية القوة المحركة المتحصلة من المياه مع عدم الالتفات الى المسافة الرأسية التي قطعها كل نقطة من الماء قبل اجتماعها بالنقط الاخرى التي بانضمامها لبعضها تحدث المجارى والقنا النافعة للصناعة

وأعلى جبل في فرانسا يرتفع فوق سطح البحر المحيط ٣٤١٠ امتار فاذا لو أخذنا لارتفاع الارض المتوسط نصف هذا الارتفاع لكان في ذلك مجاوزه للحدود المناسبة بخلاف ما اذا جئنا عن ارتفاع نقطة التقسيم العليا من خلبان فرانسا المارة بين سلاسل الجبال في داخل البلاد فالتساوي ذلك قف على مقدار قريب من الحقيقة واما نقطة تقسيم خليج برغونيا التي هي أعلى من

جميع قط تقسيم خلبان فرانسافانها على ٤٢٦,٣٢ فوق سطح البحر المحيط والظاهر أن الاوقى في ذلك أن نأخذ لارتفاع الارض المتوسط مقدار اقليلافانه اولى من الكثير وذلك بأن نأخذ ١٠٠ متر فقط أعنى أقل من ربع ٤٢٦,٣٢

وبمقتضى هذه الفروض لو لم يستهلك جزء من هذه المياه بالتصاعد أو تشرب النباتات لاستندل على كميات القوى المحركة التي تحدثها هذه المياه بالنسبة للصناعة في فرانساجا صل ضرب ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠ في مائة وينتج من ذلك قوة كلية قدرها ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة واقعة من ارتفاع مترواحد واما اذا حسبنا قوة المياه النازلة في البحر فقط فالتساقرض أن مقدار ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة النازلة من ارتفاع مترواحدهو عين قوة هذه المياه

واذا أردت الآن أن تعرف ماهى القوة البشرية التي تعادلها قوى الماء التي ينهاها فاعلم أن الانسان اذا كان قويا صحيح الجسم يرفع في اليوم الواحد من الماء ما يساوى ٥٠ مترا مكعبا الى ارتفاع مترواحد وهذه النتيجة مطابقة لتجارب المهندس ككولب التي صنعها في القوى البشرية فاذا فرضنا أن الانسان الذي لا يستريح الا في ايام البطالة المعتادة يشتغل ثلثائة يوم وانه لا يعرض في كل سنة الا ستة ايام أو سبعة وجدنا الشغل السنوى لهذا الرجل القوى المأخوذ وحده اقياس القوة البشرية يساوى ١٥٠٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متر واحد واذا قسمنا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة على ١٥٠٠٠ وجدنا خارج القيمة ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ فاذن أقل ما تساويه قوة مياه فرانسالمطرية هو قوة ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون من السنة ثلثائة يوم وبعبارة أخرى ان هؤلاء الرجال البالغ عددهم ٨٠٠٠٠٠٠٠٠ المستعملين في رفع المياه يوصلون الى ارتفاع متبعها كمية قليلة من الماء الذي يفرض ان ارض

فرانسا تصبه في البحر

وانما ذكرت هذه الصورة لابينها ما لفرانسا من الخيرات العظيمة في مجارى مياهها الطبيعية ولو نظرت مع ذلك الى قلة المياه المستعملة في الصناعة الفرنساوية لتعجبت من هذا الامر واستغربته فقد رأينا في كتاب موسيو القوتة شبتال الذي ألفه في خصوص الصناعة أن عدد طواحين فرانسا ٧٦٠٠٠ منها ١٠٠٠٠ هوائية و ٦٦٠٠٠ مائية وشغل هذه الطواحين مما تسهل معرفته

وذلك أن وزن الحبوب المعتة للطحن على اختلاف أنواعها يبلغ عدده في السنة الواحدة ستة مليارات من الكيلوغرامات ولا يخفى أن القوة اللازمة لطحن ١٠٠٠٠ كيلوغرام تساوى الشغل اليومي لستة وخسين رجلا فتضرب ٦ ملايين في ٥٦ يحصل معك مقدار القوة الكلية اللازمة لطحن حبوب فرانسا وهو ٣٣٦٠٠٠٠٠٠٠ من الاشغال اليومية مقسومة على ايام الشغل التي قدرها ٣٠٠ يوم وذلك يستلزم ١١٢٠٠٠٠ من الشغالة فاذا فرضنا أن طواحين الهواء في مملكة فرانسا تحدث شغل ١٢٠٠٠٠ رجلا فقط فان شغل ١٠٠٠٠٠٠ من الرجال وهو الباقي يساوى شغل طواحين الماء بتلك المملكة فاذن لا تكون القوة الادروليكية المستعملة في طحن جميع الحبوب بفرانسا الا ٨٠٠ جزء من قوة المياه النازلة الى البحر المستعملة في الصناعة

ومما يستدل به على عدم استكمال طواحين الماء في بلاد فرانسا أن ما يستدعى فيها من الاشغال قوة مليونين من الرجال لا يستدعى اذا كانت الآلة الادروليكية جيدة محكمة الا قوة مليون واحد ولكن اذا تضاعف شغل الطواحين في هذه الصورة بحيث صارت تحدث من القوة ما يساوى قوة مليون واحد من الرجال في أنواع فروع الصناعة فانها مع ذلك لا تستعمل الا ٤٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من نزول مياه المطر على ارض فرانسا

وان سأل سائل عن قوة الآلات الادروليكية المستعملة في الاكوار المعقدة لتطبيق الحديد والكواكين والمعامل على اختلاف أنواعها فلك أن تقول ان هذه القوة لاتساوى قوة الطواحين وحيث فلامانع من أن تقول انه لا يوجد في الصناعة الفرنسية بالنظر الى حالتها الراهنة من الماء المستهلك في تشغيل الفنون كمية تساوى ٢٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من نزول المياه المطرية

واذا اقتصرنا على المياه المستعملة الآن ولم نأخذ شيأ من المياه الغير المستعملة أمكن أن تقسم نتيجة المياه المستعملة ولو الى ثلاثة أقسام فقط ونعطى منها للصناعة قوة محركة تعادل الشغل السنوى الذى يشغله مليون من الرجال الاقوياء الذين يشغلون في السنة ثمانمائة يوم واذا نظرنا الى عظم القوة المحركة المكتسبة من المياه المطرية عند انصبابها الى البحر من الاماكن العالية كما سبق رأينا انه يسوغ لنا بواسطة هذه القوة أن نحدث عدة مصانع ومعامل على عدة أماكن من الارض وأما استكمال هذه العمارات وما يتحصل عنها من الخير والثروة فهو متوقف على حسن التدبير الذى تعرف به كيفية استخراج المنافع من جريان المياه واستعمالها استعمال القوة المحركة بواسطة الطارات الادروليكية وغيرها من الآلات الميكانيكية

ومن الصواب أن يحدد في جميع جهات فرنسا مدارس عملية لخصوص هذا الغرض

واستحسن أن يكون ذلك في تولوزة اوفى بوردو لان هاتين المدينتين يظهر لى انهما فى موقع عظيم لاسما وهما فى مركز مصب المياه النازلة من الجبال الشاخطة بحبال البرنات وموشة وكاتال واورنيه فينبى فيما مدرسة عملية يتعلم فيها النجارون والحداثون وغيرهم من صنائعية المعادن الذين باغوا درجة الاستاوات الماهرين فى صناعة الطارات الادروليكية والطواحين على اختلاف أنواعها ويتعلمون فيها ايضا مبادئ

الهندسة والميكانيكا المستعملة في الفنون كما هو جار الآن في مدرستنا النورمالية. (اي التي يخرج فيها الخوجات) ويطبقون ذلك تطبيقا جيدا على قوة المياه ويجلب الى هذه المدرسة جميع الشغالة الماهرين المعدين لعمل طواحين جنوب فرانسوا وخذوا بعد واحد واما يستحسن ايضا بناء مثل هذه المدرسة في مدينة غرونوبل وبالنسبة وليون فانه ان بنيت هناك مدرسة كانت مركز الشغالة الاودية التي تكثر بها المياه الجارية الدائرة من جبال ألبه العليا والسفلى ومن جبال مصب سويسرة الشرق ومن جبال اوورنيه ومن مصب جبال ووزغ وبورا الجنوبي وكذلك يلزم بناء مدرسة من هذا القبيل في حوض لوار وكذلك مدرسة رابعة في الشمال وخامسة في سفح جبال ووزغ وبورا وهذه المدارس يمكن انشاؤها مع توفير كثير بل يمكن تجديدها بالزيادة في مصانع الآلات الادروليكية المؤسسة في تلك المحال المذكورة ولنقتصر على ما أوردناه في هذا المعنى فانه لا يخلو عن الفائدة بل يصير فيما بعد منشأ زيادة الإيرادات والمصولات لاصحاب الطواحين وغيرهم من أرباب الصناعة الفرنسية ويكون ايضا طريقا لزيادة القوى المحركة المستعملة في الصناعة

وقبل أن نتكلم على القوائد التي يمكن تحصيلها من حسن تركيب الآلات الادروليكية ينبغي أن نتكلم على الوسائط التي بها يمكن توفير كمية المياه التي تستخرج منها القوة لعظمة فنقول انه لا يخاطر بالبال تقصيص كمية المياه المستعملة في سقي النباتات بل الاوفق والاتق زيادة هذه الكمية ويظهر أن ذلك يمكن الحصول مع غاية التوفير الذي به يعظم الاتساع بالمياه بالقرب من منبعها ويكثر نقصان التصاعد ونما يتقص التصاعد ايضا الاشجار المغروسة على جانب مجارى المياه بحيث تمنع عنها الهواء والشمس وقد نهت الحكومة الفرنسية على عدم غرس الاشجار على جوانب الطرق الكبيرة لانها عادة تولد فيها رطوبة تضر بالصحة ورخصت في غرسها على شواطئ

الانهار والترع لتقيها من ضرر المياه الجارية وتقل تصاعدها ومثل هذا الاحتراس لابد منه خصوصا بالنظر للمجاري والترع المعدة للسقي التي ماؤها المنقول هو عين الخير المراد تحصيله بل الاوفق تغطية تلك المجاري والترع واما المياه الجارية على سطح الارض بلا واسطة فيلزم أن يجعل لها عدة مسالك صغيرة ذات انحدارات لطيفة حتى لا تجلب معها كمية كبيرة من الرمل والتراب كما فعله السيول وهذه المسالك تستعمل أولا في السقي كالمجاري الصغيرة ثم تجتمع مياهها في محل واحد بحيث يحدث عنها فيه نتائج ميكانيكية كثيرة الفوائد

ويلزم أن يكون لكل جماعة من سكان البرية مجرى من هذه المجاري لتستعملها في أشغالها الصغيرة الاهلية والزراعية \* وفي جبال تيرول مجار مائية مثل المجاري المذكورة تستعمل احيانا في تحريك مهود الاطفال وهزها فتكون نائية مناب الحاضنة وتارة في خض اللبن لاجل زييده وتدوير اجار السن المعدة لسن الآلات وغير ذلك

وليست فائدة هذه الطريقة مقصورة على انتفاع اهل الارياف منها بقوة محركة عظيمة بل يعود بها ايضا رجالهم ونساؤهم على الاستعانة بالقوى الطبيعية وتزديدها بانه الشبان وفتلاتهم وتجعل الحركات الميكانيكية من حظوظهم المعتادة ولا يتوقف تعلم الاطفال لهذه الحركات على تعليمات كبيرة بل يكفي في ذلك بعض قواعد فما منا أحد نشأ في بلاد الارياف الا وعمل في الخلاء ايام صغره طواحين صغيرة وجعل لها قضيد من خشب هو كناية عن محور العجلة وقطعتين من الخشب متقاطعتين تقاطع الصليب داخلتين في فتحتين مصنوعتين على شكل زاوية قائمة في وسط المحور لينتكون عن ذلك طارة ذات أربعة أجنحة وتعمل الاطفال ايضا على شاطئ البحر سفنا صغيرة ويعملون لها صواري ورواجع وشراعات ويتركونها تعوم على سطح المياه واذا نظروها تعوم بقوة الرياح داخلهم من الخط والفرح مالا مزيد عليه وقد كان مثل هذه التجارب منشأ لاتساع قرائح عدة من مشاهير الصائغية

وتزايد هذه التجارب عند اولاد الارياف بما يرونه من الآلات البسيطة المتنوعة وترجع الآن الى الكلام على الفائدة المراد تحصيلها من المياه فنقول

ان المنابع من حيث هي كثيرة كانت أو قليلة تنفع في كثير من الاشغال من أول وهلة

فيلزم أن تكون المجارى مستطيلة بواسطة الانعطافات التي تؤخر سرعة جريان المياه كما تقدم وتقص مضارها وذلك بأن نغرس الاشجار على جوانب مجارى المياه أيا ما كانت وبمقتضى طريقة تسليك المياه ينبغي أن يجتنب بقدر الامكان هبوط الماء ثم صعوده في سقى البساتين والرياض فاذا تعذر اصال الماء على الاستقامة بل كان لابد من صعوده الى أعلى لزم أن يكون ذلك بواسطة الآلة البسيطة العظيمة المعروفة بالجدى الادرو وليكن قانها بالماء القليل يتولد منها على تداول الايام نتائج عظيمة كما سيأتى

واما الماء الغائر في باطن الارض غورا عميقا فيمكن اخراجه على سطح الارض في كثير من الاماكن بحفر الابار التي شرع الآن في عملها في كثير من جهات فرنسا المختلفة

واما المجارى العديدة التي يراد عملها على جوانب الجبال والتلال فانها توصل بواسطة المنحدر لطيف مقدارا كافيا من المياه الى الارتفاع الذي يمكن فيه تشغيل الطواحين والمعامل على اختلاف أنواعها ومن مبدأ هذا الارتفاع الى البحر يلزم تقسيم مجارى المياه يجعلها تنصب انصبابات الى ارتفاعات بحيث يكون انصباب الماء منها كافيا في احداث القوى اللازمة للصناعة وذلك بأن نجعل المنحدرات لطيفة مهما أمكن فيما بين هذه الارتفاعات حتى تتناقص قوة الماء المنصب بقدر الحاجة ولا مانع انه بتوضيح هذه الطريقة ويبانها تعرفها امة بتمامها وتعمل بموجبها وما ذكرناه هو وسائط توفير المياه ولتتبع ذلك بالكلام على

سرعتها وتسائجها النافعة فنقول

ان سرعة المياه الجارية تتعلق اقلا بانحدار مجراها سواء كان هذا الانحدار كبيرا أو صغيرا وثانيا بسطح هذا المجرى وعمقه فاذا عملنا قطعا عموديا على اتجاه الماء وأخذنا صورة المجرى المنتهية بخط أفقي دال على سطح الماء نتج معنا ما يسمى بقطع الماء الجارى

ولست سرعة طبقات الماء المندفقي في هذا القطع واحدة بل ما لاصق منها المجرى تقل سرعته بسبب احتكاكه مع هذا المجرى ولما كان للطبقة الاولى من الماء بعض التصاق بالطبقة التي تليها وهكذا كانت كل واحدة تنقص سرعة الطبقة التي بعدها فالاولى تنقص سرعة الثانية والثانية تنقص سرعة الثالثة وهكذا فان قال قائل اى طبقة من طبقات الماء تكون سرعتها اكبر من غيرها قلنا هي الطبقة التي يكون وضعها متوسطا بين قاع السائل وسطحه واتما الطبقات التي على السطح الاعلى فحركتها دون حركة الطبقات السفلى القريبة من القاع

وينشأ عما ذكرناه امر شهير وهو ان المراكب والاجسام السابجة التابعة لسير الماء متى انغمس منها بعض عمقها أخذت في سيرها بسرعة متوسطة بين طبقات الماء الحالية محلها وكانت حركتها أشد من حركة الطبقات التي على سطح السائل

وقد عملت عدة تجارب لتحديد النسبة بين السرعة الكبرى على السطح وسرعة التيار المتوسطة

والسرعة المتوسطة هي السرعة التي اذا ضربت في سطح المقطع دلت على كمية الماء الجارى من هذا المقطع في وقت معلوم وان اختلفت فروع هذا الماء في السرعة

وقد عرف المهندسون التسبب الحسائية الموجودة بين انحدار المياه الجارية وبين سطح المقطع ومحيطه وبين السرعة المتوسطة لهذه المياه وقد اشتغل ميسيو بروني بهذا البحث واستخرج منه نتائج سهلة تكفي



في جميع ما يحتاجه الصناعة في سائر الاحوال  
ولترمز بحرف  $R$  الى سطح القطع المنقسم على طول المحيط من هذا المقطع  
الدال على مجرى النهر وبحرف  $K$  الى نسبة الارتفاع الى طول  
السطح المنحني الدال على انحدار السائل الطولي وبحرف  $Q$  الى  
سرعة الماء الجاري المتوسطة فيكون بين هذه الكميات النسب الآتية وهي

$$R = K \cdot Q + 0.000242765 \cdot Q \cdot 0.365042$$

فاذا عرفت بهذه المعادلة  $R$  و  $K$  تحصل معك في الحال  $Q$   
وكذلك اذا عرفت  $K$  و  $Q$  عرفت  $R$  واذا عرفت  $R$  و  $Q$   
عرفت  $K$

وقد عمل مسيو بروني في هذا المعنى جداول كاملة بموجب حساباته  
وحسابات مسيو أتلوان الواقعة لمباحثه الاولى وهذه الجداول تغني  
من أراد معرفة مقدار المياه الجارية عن كثير من الحسابات فلذا لم نعوّل  
في الاحالة الاعلى وهي موجودة في كتاب ألف (١٨٢٥ سنة) من الميلاد  
وطبع في المطبعة الملكية وسمى بمجموع الجداول الخمسة والفرض منه هو اقوال  
سهولة واختصار حسابات الصيغ المتعلقة بحركة المياه الجارية في المجاري  
المكشوفة والانابيب الموصلة وثانيا بيان نتائج ١٦٧ تجربة لترتيب  
هذه الصيغ

وليكن الآن  $\frac{1}{4}$  هو نسبة مساحة المقطع الى طول المحيط و  $J$   
هو ثقل الماء الموجود في الطرف الاسفل من الانبوبة التي يجري فيها الماء  
ليعادل الضغط اللازم لسرعة الماء الجاري المرموز اليها بحرف  $E$  فينتج  
معناه هذه المعادلة وهي

$$\frac{1}{4} J = E + 0.000173314 \cdot E + 0.000341820422 \cdot E$$

وهذان الصيغتان المتشابهتان احدهما للمجاري المكشوفة والاخرى  
للانابيب الموصلة ومن العجيب أن نتيجة هاتين الصيغتين واحدة  
وقد استكشف مسيو بروني مع غاية التوضيح هذه النتيجة المناسبة للعملية

والكافية في جميع الاحوال وذكر أن السرعة المتوسطة هي تقريبا  $\frac{1}{3}$  السرعة التي على السطح المأخوذ في اتجاه الماء السريع الجريان \* ومن النصيحة أن يقبل اهل الصناعة هذا التحديد في العيارات التي يأخذونها من مجارى المياه المستعملة عندهم لتأدية القوة المحركة

ولا جل تقويم جريان الماء المعد للصناعة مع الضبط الكافي يلزم أن تعرف أولا شكل المجرى معرفة صحيحة في اتجاه عمودى على التيار يكون وضعه معلوما وذلك بواسطة المجسات ثم تقيس سرعة التيار في محل السطح الذى يكون فيه جريان الماء اكثر سرعة من غيره

وقد جرت العادة في معرفة ذلك انهم يطرحون في الماء جسما عواما يتركونه يسبح مع التيار ثم يقيسون المسافة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم ويقف اثنان كل واحد منهما في نهاية المسافة المعلومة التي قطعها ذلك الجسم ويوضع أمام كل واحد وتدان تكون اتجاهاتهما العمودية على الخط الذى يقطعه التيار متوازية وبعد التجهيز بهذه المثابة يترك الجسم العوام حتى يتجاوز يسيرا الراسد الاول وعندما يحاذى هذا الجسم اتجاه الوتدين يضرب الراسد المذکور طبلنجبة او يشير باشارة أخرى حتى يعلم الراسد الثانى فعند ذلك يحسب كل منهما في زمن واحد حركات الساعة الدقيقة او الثواني التي قطعها العقرب مدة قطع هذا الجسم المسافة الموجودة بين الراسدين ويمجد ما يحاذى الجسم اتجاه وتدى الراسد الثانى يشير هذا الراسد ايضا باشارة كالاول ويحسب كل منهما الزمن الذى قطع فيه الجسم المسافة الموجودة بين العلامتين وتكرر هذه العملية مرارا حتى تحصل النتيجة المتوسطة من مجموع النتائج

ويغمس الجسم المذکور بتمامه في الماء حتى يكون اضطرابه بالمرح قليلا وقد يستعمل عوضا عن الاجسام العوامية في قياس سرعة التيارات صغيرة على جوانبها ١٦ أو ١٨ ريشة ويكون قطر محورها صغيرا ومحورها مصقولا مقللا جيدا ويدور هذا المحور على الملفات بحيث يضعف تأثير الاحتكاك فاذا ضربنا عدد دورات الطارة المطروحة في التيار في المحيط الذى

يقطعه مركز ثقل الجزء المنغمس من الطارة في السائل تحصل معنا بقطع النظر  
عن المقاومة مقدار المسافة التي يقطعها الماء الجاري على السطح مدة  
التجربة

ومقاومة الهواء وان كانت تمنع حركة الطارة وتنقص سرعتها الا أن سرعة  
السائل الحقيقية تفوق بالضرورة السرعة المعلومة بالتجربة فينبذ لاضرر  
في أن تقوم القوة التي يمكن التصرف فيها تقويا واهيا

وقد وصف ماسيو يتون في رسالات اكدمة العلوم التي طبعت ونشرت  
(٧٢٣ سنة) من الميلاد الانبوبة التي استعملها في قياس سرعة نهر السين  
تحت القنطرة الملوكية فذكر انها انبوبة بسيطة من زجاج قاسها بمسطرة  
مثالثة ونمسا غمسا عموديا في السائل ونمسا فرعها الصغير غمسا أقبيا وجعل  
الماء يدخل فيها من هذا الفرع ثم يصعد من الفرع الكبير الى ارتفاع يكون  
عظمه بقدر سرعة السائل

وتعرف حينئذ سرعة السائل على حسب هذا الارتفاع بواسطة مدرج  
مرسوم على تلك الانبوبة او على لوح من خشب ملصوق عليها فاذا غمست  
هذه الانبوبة في السائل حتى وصلت الى العمق المطلوب كبيرا كان أو صغيرا  
عرفت سرعة السائل بموجب الاعماق الموافقة لوضع الفرع الصغير الانفي  
من هذه الانبوبة ولهذه الطريقة جهاز مخصوص بحيث يمنع اهتزاز موضع  
الانبوبة وانتقاله عن محله الاصل مدة التجربة

وقد ذكرنا في الدرس الخامس وصف الآلة التي اخترعها ماسيو رينه  
المسماة بالدينامومتر وهي آلة تستعمل في قياس قوة التيارات الدافعة على  
سطح معلوم وكيفية القياس بها اتينا أخذ قطعة خشب منجورة على شكل  
المكعب ونجعل لها من الثقل مقدار ثقل الماء بأن نجعل فيها عدة مسامير  
ثم نعلق هذا المكعب بواسطة وثر مثبت في مشبك الدينامومتر ونغمسه  
بعد ذلك في السائل فيحصل من هذا المكعب الجذوب بالسائل تأثير على الآلة  
بأن يشد اليها كثيرا أو قليلا على حسب قوة التيار فما انتهى اليه

حركة الدينامومتر من الدرج المرسوم على المدرج يعرف به عدد الكيلوغرامات لقوة السائل على السطح الداخلي من المكعب ولتسكلم على المجارى والقنوات فنقول اذا أراد احد الصنائع ان ينفع من جريان الماء بأن يجعله مثلاً قوة محركة لزمه أن يوصل الماء الى المحل المقصود من قناة او مجرى طويلة كثيراً أو قليلاً على حسب مطلوبه ومثل هذا العمل معطود من الاشغال النفيسة التي لا بد من شرع فيها من القطن ودقة الملاحظة وعمل حسابات مضبوطة حتى لا يخطئ في العمل ويصرف مصاريف بدون فائدة بل بذلك تظهر له النتيجة النافعة التي يؤمل حصولها من هذا العمل

وقد ذكر مسيو متون في جرنال مدونة المعادن عدة تفاصيل نفيسة تتعلق بهذه الاشياء المتنوعة ملخصها أنه يلزم لمن أراد عظيم الانتفاع من جريان الماء أن يعمل اربع عمليات مختلفة \* الاولى معرفة الجرى او النهر الذي يريد تحويله كله او بعضه ومعرفة مقدار الماء المعتاد النازل من هذا الجرى او النهر لاسيما في فصل الصيف ومعرفة البلد او المحال التي يمر منها هذا الجرى وكذلك المجارى الصغيرة التي يمر بها الجرى المذكور ومساقها الاصلية وبعدها من المبدأ الى النهاية \* الثانية معرفة مقدار الماء اللازم للآلات المراد عملها \* الثالثة قياس الارض من محل تحويل الماء الى التيار \* الرابعة البحث بقدر الامكان عن ارتفاع كاف ينحدر منه الماء

وذلك لان معرفة انحدار الجرى من اهم الامور اذ كلما قل الانحدار طالت المدة التي يستغرقها الماء في قطع المسافة المفروضة وكان هناك فسخة من الزمن في تصفيته وفي تصعيده وتحويله الى بخار وكلما عظم اشتدت حركة الماء وبذلك يظهر على جميع ما يصادفه من الموانع فلذا تراه يحفر حافى الجرى ويجعل في قاعه حفراً كبيرة او صغيرة على حسب طبيعة الارض من صلابة وغيرها وفي هذه الحالة يلزم في أغلب الاحيان اصلاح الجرى وابقاف المياه وتعطيل قعرها حتى يتم اصلاح

ويوجد بين الطرفين حد وسط كثير النفع يتعلق بطبيعة الاراضى التى يشتهها  
المجرى وبالمياه التى تجري مع بعضها بجهة واحدة وهذه المادة علماء وعلماء من  
وظيفة المهندسين وأرباب الصنائع المنوطين بدور غيرهم بمثل هذه الاشغال  
ومقتضى ما ذكره مسيو متنون أن الماء يقطع فى الدقيقة الواحدة  
ثمانين مترا اذا كان عرض المجرى الباقي على حالة واحدة مترين وعمقه  
خمس دسمترات واتخذاره دسمترا واحدا على مائتين وخمسين مترا من الطول  
بمعنى أن اتخذاره مترا واحدا على ٢٥٠٠ من الطول

فالقوة الدافعة لمثل هذا المجرى تكفى فى تحصيل النتائج الاسمية وهى (أولا)  
ان هذه القوة توصل بواسطة عجلة قطرها ١١ مترا اثنتى عشرة عربة  
من عربات الطولبات التى يرتفع مكباس الواحدة منها وينزل بقدر  
١٦ دسمترا فى كل مرة وقطر المكباس قدره ٣ دسمترات وفى هذه  
الحالة تدور العجلة الكبيرة ستة أدوار كاملة فى ظرف دقيقة واحدة \*  
(ثانيا) ان نصف هذا الماء يكفى فى تدوير آلة ذات اثنتى عشرة يد تدور بعجلتها  
التي قطرها ٤٥ دسمترا ثمانية عشر دورا فى كل دقيقة (ثالثا) ان هذه  
العجلة تؤدى من الماء ما يشغل طول بيتز ويحرك أربعة منافخ بل وأكثر

واتما المجرى الذى ليس له من الانحدار الا ١٣  $\frac{1}{4}$  من السنتمرات على  
ألف متر من الطول فلا تكون سرعة حركة الماء فيه الا على الثالث من سرعة  
ماء المجرى الذى اتخذاره ٤٠ سنتمترا على ألف متر اذا فرضنا أن عرض  
المجريين ٦ أمتار غير أن حركة الماء لا تكون منتظمة فى الثانى كاتظامها فى  
الاول لانها قد تقف من جهة جانيه واذا نظرنا الى حالتى التصفية والتصفيف فان  
ماء المجرى الذى اتخذاره لطيف بحيث يكون مقداره ١٣  $\frac{1}{4}$  من السنتمرات  
على ١٠٠٠ متر من الطول ولو بلغ ارتفاعه عند المنبع ٧ دسمترات  
على ٢٠٠٠٠ متر فيماعد المنبع ينتهى بواسطة الخريرو والسيلان  
الغير المحسوس الى الانعدام بالكلية

وبمقتضى ذلك يظهر أنه لا يمكن أن نجعل للمجارى التى ابعادها كما ذكرنا أقل

من ٤ دسمترات من الانحدار على ١٠٠٠ متر من الطول ولا ينبغي أن نجعل لها أكثر من ٧ دسمترات من الانحدار على كيلومتر واحد من الطول لان زيادة الانحدار يترتب عليها نقص الحافتين والعمق ولا ينبغي أن نتكلم هنا على حفر المجارى وعملها لان ذلك أنسب باشتغال القناطر والجسور دون الهندسة والميكانيكا المستعملة في الفنون واذا لم يكن للجبارى انحدار كاف فانه يمكن الاتضاع بها بواسطة زيادة سعنها اما برفع خوافيها أو بتوسيعها واما اذا كان الانحدار قليلا فالأوفق أن تكون حركة الماء واحدة في جميع طول الجرى متى أمكن ذلك واذا كان في الانحدار ارتفاع في بعض المحال فانه يعارض جريان الماء ويحجبه على الارتفاع والتراكم ووربما فاض على جوانب الجرى فاذا شغل الماء الراكد من الطول أكثر من ٨٠ مترا أو ما يأتى عليه من الماء فاذن ينبغي أن يكون للمجرى مقطع يكون في الكبر على قدر قوة الانحدار

وفي صورة ما اذا كان جريان الماء الذي يراد استعماله غير كاف بحيث لا يعطى للاسكات دائما الحركة اللازمة لها يلزم جمع هذا الماء في حياض تكون فيها المياه راكدة وهو ما يسمى بالاستتقات

وهذه الطريقة كثيرة التكاليف لانها تستدعي ارضا متسعة خصبة واقعة موقعا عظيما كاعماق الاودية مثلا فلذا تركوا في اوائل ظهور الاسكات البخارية استعمال قوة الماء المحركة في كثير من المواطن اذا كان لا يمكن تحصيل هذه القوة الا من اجتماع المياه بالطريقة المتقدمة

وفي مثل هذه الحالة ينبغي لارباب الصنایع أولا أن يحسبوا من مبدأ الامر اراد الارض التي يلزم جعلها مستنقعا \* ثانيا مصاريف الادم اللازمة لعمل مجارى التحويل والحواجز والجسور والسدود اللازمة للمستنقع وينبغي لهم ايضا أن يحسبوا اراد هذا المستنقع وتيجته النافعة ليقابلوا بينها وبين النتيجة النافعة التي يمكن تحصيلها من قوة الحيوانات والاسكات البخارية وبذلك يعرفون قبل الشروع في العمل طريقة الوفرة ويستعملونها على الدوام

استعمالا عظيم النفع

ويلزم أن يوضع في الجسر الذي هو عبارة عن حائط الحوض انبوبة واحدة أو عدة انابيب من خشب أو حديد ليصل بواسطتها الى الآلات ما يلزم لتحويلها من المياه ويكون تركيب هذه الانابيب من عدة قطع متعشقة ببعضها وتكون محزنة على بعضها مع غاية الدقة والضبط وبهم يستشقونها وثقوبها بالمشاق ونحوه سدا محكما ويعتني ايضا كل الاعتناء بالاحتراسات اللازمة بحيث لا يرشح الماء من اى جهة كانت لتلا يترب على ذلك تلف الجسر ويوضع في نهاية المجرى الموصلة بين الخزوز سدا أو حاجز متحرك بحيث يرتفع فيمر السائل ومن أراد الوقوف على ذلك فعليه برسالة استخراج المعادن التي ألفها ميسو دليوس وترجمها ميسو اسكريه في الجزء الثاني

ويؤخذ من رسالة آلات ميسو هاشيت وصف الجدى الادروليكي على الوجه الآتي وهو ان ماء المنبع عند وصوله الى نقطة ١ شكل ١٢ (لوحة ٢) مع السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار يسيل بانبوبة التوصيل الرموز اليها بحرفي اب وهي المنسعة في نقطة ١ ومائلة على وجه بحيث لا يتقص مقدار انحدارها عن ٢٧ ميليمترا على ٢ متر من الطول ثم يخرج هذا الماء من منفذ ث الذي يمكن سده بالسدادة عند الحاجة

ويضم مخزن الهواء الرموز اليه بحرف ف الى انبوبة التوصيل وهي اب بواسطة رباط اسطوانتي مثل ارشد وفي وسط مخزن ف المذكور يوجد منفذ مستدير محزور عليه مسند صغير اسطوانتي في طرفه وهو ه سدادة مرموز اليها بحرف ه وهناك سدادة أخرى وهي ض معدة لحفظ هواء مخزن ف وحفظ مسافة م المتحصرة بين رباط ارشد ومسند ه الصغير من السدادة واما انبوبة الارتفاع التي هي غ كس فبدؤها من نقطة غ في مخزن ف وانبوبة اب ث التي يرمز منها ماء المنبع تعرف بحجم الجدى الادروليكي

وانبوبة غ ك ش التي يرتفع منها الماء الى فوق المنيح تعرف  
بانبوبة الارتفاع والسداة الاولى من سدادتي د و ه اللتان يسدان  
منفذي ث و ه تعرف بسداة السيلان او منع الجريان والثانية  
تسمى سداة الارتفاع وهاتان السدادتان عبارة عن كرات مجوفة مثل د و ه  
تتمسك بواسطة مماسك منها ولا يزيد سمكها على حجم الماء الحائل هي محملة اكثر  
من مرتين وطرف جسم الجدي الادروليكي الحامل للسدادتين ومخزن  
ف يعرف عندهم باسم زاس الجدي

(وفائدة مخزن الهواء المذكور هو استقرار الحركة في عمود الماء الصاعد وزيادة  
تسايح الجدي الادروليكي ومع ذلك لا يبعد من الاجزاء الاصلية الضرورية  
اذ كثير من الآلات الادروليكية التي من هذا القبيل لا تتوقف حركتها  
على مخزن للهواء بل تسفر حركة الماء في هذا المجرى بدون احتياج الى المخزن  
المذكور فمن ذلك الطلومبات الجاذبة الضاغطة التي اخترعها مسيو  
سيسيل ومسيو مارتين في مدينة مارلي وذلك لانها ترفع الماء من  
ناخورة واحدة مستمرة الى نحو ٥٧ مترا) ولتين لك التسايح العظيمة  
المحصلة من دوران هذه الآلة فنقول ان الماء عند سيلانه من منفذ ث  
يكتسب سرعة في حركته من ارتفاع الانحدار فيمير كرة د على  
أن يخرج من ممسكها وترتفع الى منفذ ث وهذا المنفذ ينتهي بحلقات  
من جلد أو قماش مدهون بالقطران تنطبق عليها الكرة انطباقا محكما  
فعند ما ينتهي السيلان في هذا المنفذ رفع الماء كرة ه السادة لمنفذ ه  
من مخزن ف ودخل دفعة واحدة في هذا المخزن وفي انبوبة الارتفاع  
التي هي غ ك ش فعند ذلك تزول عنه السرعة التي كانت معه  
في وقت سد منفذ ث فتسقط حيث ذكرنا د و ه بثقلها الخاص  
احداها على ممسكها والاخرى على منفذ ه ثم يأخذ ماء المنبع في السيلان  
من منفذ ث فترجع سداة د الى السد ولا تزال ثانيا هذه التسايح  
بعينها تتجدد مادام الجدي على حاله لم يتغير تغيرا يثينا



ومجترد ما ترفع سدادة د عن منفذ ث بسرعة يتسدى الجدى  
 في الدوران ويتهي دورانه بمجترد رجوع هذه السدادة الى محلها الاول  
 ويتقسم زمن هذا الدوران الى أربع مدد الاولى يكسب فيها الماء عند سيلانه  
 من منفذ ث جزءاً من السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار وفيه ايضا  
 تغلق سدادة د والمدة الثانية وهي أقصر من الاولى بكثير يغلق فيها كل  
 من سدادة المنع وسدادة الارتفاع وتضغط فيها الاجسام المرنة سواء كانت من  
 المعادن او كانت هواء والمدة الثالثة تفتح فيها سدادة الارتفاع ويضغط  
 هواء مخزن ف ويرتفع الماء في انبوبة غ ك ش الصاعدة  
 وتغلق سدادة الارتفاع وكذلك سدادة المنع لا تفتح والمدة الرابعة تتحرك فيها  
 ثانياً الاجسام المرنة التي انضغطت في المدة الثانية وتبقى سدادة الارتفاع  
 مغلقة وتسقط سدادة المنع على ممسكها بعد رفعها عن السيلان وهو ث  
 وما يحصل من النتائج في هذه المدد الثلاثة الاخيرة يتعاقب ويتوالى مع  
 السرعة ولو جعلنا الجدى ابعاداً مناسبة عرفنا مع سير الالتفات مقدار كل  
 مدة من هذه المدد فالمدة الاولى ترتب بالتجربة بمعنى انه كلما زادت مسافة  
 سدادة المنع المعبر عنها بحرف د على منفذ ث وازداد ثقل هذه  
 السدادة كلما اكتسب هذا الماء النازل من منفذ ث سرعة كبيرة بحيث  
 يرفع سدادة د وبطبيعتها على منفذ ث واما من خصوص كل وضع  
 من اوضاع السدادة على قاعدة ممسكها فتقاس كمية الماء المرتفع في زمن معلوم  
 مأخوذ وحدة للقياس بانبوبة ج ك ش الصاعدة واذا تغيرت  
 مسافة سدادة د على منفذ ث يمكن لماء جسم الجدى الادروليكي  
 ان يحصل سرعة تعادل النتيجة الكبرى لهذه الالة

المدة الثانية قدرأياً عند وصف الجدى الادروليكي ان مسافته م تكون  
 ممثلة بالهواء وهذا الهواء كناية عن الجسم المرن الذي يضغط في هذه المدة  
 وحيث كانت جميع الاجزاء التي تركبت منها هذه الالة معدنية لزم ان يكون  
 فيها كذلك بعض مرونة ولكن اياما كانت هذه المرونة لابة وان فرضها

منضمة ومحددة مع قوة هواء م د والرن ولا تعتبر نتائج هذه المرونة الا في  
المدة الرابعة

المدة الثالثة قد تكون القوة الحاصلة في المدة الاولى بعد ضغطها هواء م د  
مستعملة في ادخال الماء من منفذ ه في مخزن هواء ف وفي انبوبة  
الارتفاع التي هي ج ك ش فيجبر د تاثر هذه القوة فسادا ه  
تنزل بثقلها الخاص من م م على منفذ ه وسدادة المنع التي  
هي د تخلق ثانيا منفذ ث

المدة الرابعة اذا انغلق كل من السدادتين فالهواء المنضغط في م د يترك  
ثانيا ولو كانت مدة هذا الفعل الثاني قصيرة الا ان تأثير النتائج التي يحدثها  
يكون عظيما بحيث يؤثر في حركة الآلة وهذا الفعل الثاني يجبر الماء على كونه  
يرجع من رأس الجدي الى منبعه وبذلك يتكون فراغ في آخر جسم الجدي  
فاذن يضغط الهواء سدادة المنع التي هي د ويفتح منفذ سيلان ث  
وماء المنبع المنصهر في جسم جدي ا ب ث ياخذ عند سيلانه من هذه  
الفحة سرعته الاصلية ويستمر الماء على الارتفاع في انبوبة الصعود التي  
هي ج ك ش بواسطة مرونة الهواء المنضغط في مخزن ف  
المؤثر في ما هذا المخزن ويجبره على الصعود الى اعلى

وقد تتصل حركة عامود الماء الصاعد بهواء مخزن ف فاذا اندخل في هذا  
المخزن هواء جديد في كل دورة من دورات الجدي لابد وأن يتخلو سريعا هذا  
المخزن من الهواء ويجري ض الصغير المغلوق بهمام يستعمل مسلكا  
لهواء وهذا الهمام يفتح من ظاهر جسم الجدي الى باطنه والخلو الذي يحصل  
في المدة الرابعة يفتح السدادة فيدخل مقدار من الهواء الجوي في اسطوانة  
ا ب ث د الصغيرة الموضوعة تحت مخزن ف ومنه يتشرفيه  
وينقي جزء من هذا الهواء في مسانه م د ويتكون عنه الجسم الرن المسبي  
بالبساط للهواء وهذا الهواء المنضغط يطرد ثانيا الماء المنصهر في جسم الجدي  
جهة المنبع وقد رأينا ان هذا الطرد انما يحصل في المدة الرابعة من الدوران

الكامل ونفرض ان انبوية اب شكل ١٢ متقاسة بالذراع وان  
شكلاها ايضا هي شكل انبوية منحنية فعند ما نجعل في هذه الانبوية تيارا  
مناسبا لارتفاع الماء الذي هو في مخزن (١) اكبر منه في مخزن ل فان  
هذا التيار يحرك الجدي كما اذا كان في انبوية مستقيمة ولاجل امتلاء هذه  
الانبوية المنحنية يلزم ان توجد حنفية موضوعة جهة ١ وسدادة موضوعة  
جهة ك يفلتان طرفي الانبوية وهذه الانبوية تملأ بالماء من فتحة  
موضوعة في قعرها ثم تغلق هذه الفتحة بعد ذلك غلقا محكما فاذا فتحنا الحنفية ثانيا  
من نقطة ١ فالتيار يندخل في الانبوية المنحنية ثانيا ويتحرك الجدي  
من نفسه

ويمكن استعمال الجدي الادروليكي كذلك في رفع المياه من الآبار او الحياض  
مطلقا غير انه ينبغي معرفة تأثير الطوليات معرفة جيدة لاجل استعمال  
التطبيق المسمى باستعمال الجدي الادروليكي الجاذب

\*(الدرس التاسع في الكلام على الطارات الادروليكية)\*

ولتسليم على الطارات الادروليكية فنقول  
اعظم الطرق التي تستعمل في توصيل قوة الماء المحركة الى الآلات هي طريقة  
الطارات الادروليكية ويوجد من هذه الطارات نوعان اصليان احدهما  
يسمى بالطارات الرأسية ويكون محورها اقويا والآخر يسمى بالطارات الاقبية  
ويكون محورها عاموديا

وراجية النوع الاول على الثاني كون طاراته لا تحتاج في شغلها لمسافة  
كبيرة وكونها سهلة الملاحظة والتصلح

وينبغي ان نعلم من جهة الطارات الاقبية القديمة او المستحدثة الطارة ذات القوة  
البعيدة عن المركز التي يحصل منها عملية ثائية وكذلك الآلة المسماة بالانيد  
وكذا الطارات الاقبية ذات الطاقات المنحنية ولهذه الطارات الاخيرة فائدة  
مخصوصة وهي انها تحدث مع سرعة كبيرة على مستواقي حركة دوران  
عظيمة كالحركة التي ينبغي عملها في طعن الجيوب الا ان هذه الطارات كثيرة

التكاليف

التكاليف والمصاريف حيث ان عدة منها تستدعي وضعاً اقصى. ثم ان هذا كان استعمالها قليلاً لاجد ان النسبة لاستعمال الطارات الرأسية المستعملة الآن دون غيرها

ومن الطارات الرأسية ما يكون ذات طاقات أو أجنحة أو ألواح يؤثر فيها الماء بالتلاطم من تحت الطائرة وذلك مثل طارات الطواحين الموضوعة على مراكب في شاطئ الأنهر ومنها ما تكون ذات قواديس مثل ١١١ شكل ١ و ٢ و ٣ و ٤ لوحة ٣ وهذه الطارات يدخل فيها الماء المحرك ويسيل من اعلاها ومنها ما يسمى بالطارات ذات الجانب مثل شكل ١ و ٢ و ٣ لوحة ٤ وبالجمله فقد يوجد منها طارات ذات قواديس يدخل فيها الماء من جهة واحدة من اسفل المركز وفي الطارات ذات الجانب انما تحصل قوة المسائل بواسطة الضغط وهذا اوفق من التصادم الذي يكون في الطارات ذات الطاقات التي يدخل فيها الماء من اسفل ولتلك الطارات مزية عظيمة حيث انه يكفي في تدويرها قليل من الماء

وتنسب العملية العظمية المستعملة في بيان حركة الطارات الادروليكية الى المعلم الشهير والمهندس الفريد بوردا

وقد اثبت كل من اسمياتون وبوسويت احدهما في انكثرتة والاخر في فرانسا بتجاريهما النتائج المستكشفة بالحساب

فقال بوسويت لا يلزم ان يكون للطارات التحية عدد كبير من الاجنحة على قدر الكفاية بشرط ان لا تكون الآلة ثقيلة جداً فيعملون في العادة للطارات الكبيرة من ٣٦ الى ٤٠ طاقة في الطارات التي يكون قطرها سبعة امتار ويكون تحركها بسائل جاري وان لا يتجاوز القوس المنغمس في الماء من ٢٥ درجة الى ٣٠ وقال ايضا ان هذه الطارات اذا زاد عدد طاقاتها تحدث نتيجة عظيمة وان الطارات التي تنغمس في الأنهر يكون عدد اجنحتها عادة قليلاً لاجل ان لا يعطى بعضها بعضاً بحيث ان كلا منها يمكنه ملاطمة الماء ويجعلون عادة في الصناعة للطارات المستعملة في الطواحين

الموضوعة على سطح الانهر من ٨ اجنحة الى ١٠ بل وبعض الاوقات  
أقل من ذلك ونص على ان هذا العدد قليل جدا في هذه الطارات والوقوف  
ان يجعل فيها من ١٢ الى ١٨

ثانيا لكي تحدث الآلة نتيجة عظيمة يلزم ان تكون سرعة الطائرة مناسبة مع  
سرعة التيار كنسبة ٢ الى ٥ وذلك في شأن الطارات الموضوعة على  
الانهر وكذا الطارات الموضوعة في مجرى ضيق

ثالثا الاوقف في الطارات الموضوعة على خليجان قليلة الانحدار ويسيل فيها الماء  
بسهولة بعد التلاطم ان توجه الاجنحة نحو المركز

واما اذا كان انحدار المجارى كبيرا بعكس ما تقدم فالوقوف ان تكون الاجنحة  
مائلة بمقدار مناسب لتصف القطر بحيث ان الماء يطرقها طرفا عاموديا  
وترداد قوتها (من ثقل الماء) ومع ذلك يلزم ان يكون هذا الانحدار محدودا  
فلا يما يتجاوز الحد يفقد كثير من القوة بقص ان تلاطم الماء اكثر مما يناسب  
من ثقل الماء المار على تلك الاجنحة الضاغطة لها

واستدل بارسيو بغدة تجارب تدل على ارجحية الطاقات المنحنية على  
الطارات ذات الاجنحة المتجهة اتجاها مستقيما في انصاف اقطارها فاذا لم تكن  
الطارات ذات الطاقات معرضة الى سائل مطلق كان جزؤها الاسفل داخل  
في مياه مستقيمة الزوايا يسمونها بالمجرى وجميع المجارى الغير المتقنة الصناعة  
لها مسافات بين جذران الطائرة وطاقتها فيتنسب عن ذلك خسارة عظيمة  
من الماء ولكن يمكن تداوله هذا اطلال في الطارات ذات الجانب لوجه  
شكل ٢ و ٣ بان تجعل للمجرى شكلا مستديرا تابعا للصفيط الذي  
تقطعه جوانب الطاقات الظاهرة عند دوران الطائرة

وينبغي تقصير قوة الماء يسيرا وبناء على ذلك يلزم تقصير المجرى على قدر  
الامكان فذلك يرى ان الجانب المماس للطائرة في الطارات الكاملة لوجه  
لا ينجح من كونه يستقر في شغله حال خروجه من الحوض الذي يكون فيه  
وهناهي الطريقة التي تحسب بها قوة الماء على الطارات الادروليكية وهي

ان فرض أن ثقل حرف ح هو المعلق في طرف الوتر الملقوف على عامود  
الطارة وحرف ر هو نصف قطر هذه الطارة وحرف ر هو الزمن الذي تحصل  
فيه نتيجة هذه الطارة وحرف ف هو قوة الماء الموضوعة على مركز ضغط  
ناودفع الطاقات او القواديس وحرف ر هو مسافة بين مركز الطارة  
ومركز العمل فينبغي ان ينتج معنا على حسب قواعد حركة الطارات الدائرة  
المذكورة في الجلد الثاني من هذا الكتاب في الدرس العاشر وحرف ح ر  
= ف ر يقطع النظر عن احتكاك الدوران الطارة

وعلى مقتضى تأثير الماء يحدث معنا أشياء كثيرة يجب علينا حسابها  
مثلا في الطارات ذات الطاقات التحية التي يلاطم فيها الماء الاواح يعتقد هذا  
الماء جزأ من سرعته فلو كانت قوته المفقودة استعملت في محلها لانتجت لنا قوة  
ف الواسلة الى الطارة

ويظهر ان الطارة ذات الطاقات التحية تحدث نتيجة عظيمة متى كانت سرعتها  
مساوية لنصف سرعة التيار المطلق

وهذه الطريقة في استعمال قوة الماء ليست اعظم الطارة فان الطارة  
الادروليكية تكون كاملة اذا كانت قوة الماء ترفع مثلا مساويا لتلك الطارة  
الى الارتفاع الذي ينزل منه هذا الماء لكي يؤثر في الطارة فاذن يلزم ان الماء  
المحرك ينفذ قوته كلها بحيث لا يبقى له عند انتهائه الا سرعة تساوى صفرا  
ولما الطارات التحية فينبغي ان تكون سرعة طاقاتها باطنية جدا بحيث تكون  
هذه الطارات ناقصة احد الشروط اللازمة لاجداث اعظم نتيجة فاذن لا ينبغي  
استعمالها الا في الحال التي يكون فيها الماء قوة محركة اكثر مما يلزم

وفي الطارات ذات الجانب والطارات القوقية يمكن استعمال الماء بالتلاطم  
او الضغط واولى هاتين الطريقتين اقل فائدة من الثانية لما انها تضع جزا من  
الماء بتأثير الانضغاط

فبناء على ذلك يلزم ان يقتصر على ضغط الماء النازل بنفسه على الطارات  
القوقية او الجانبية فاذن يكون الماء في شكل ا و ٣ لوحه ٣ ملاطها

للقواديس وفي شكل ٢ و ٤ ينزل الماء عموديا وفي شكل ٤ يكون التلاطم قليلا جدا وربما كان مقفودا بالكلية ومتى فتح حاجز ق لا يخرج الاجزاء الاعلى من ماء الحوض وفي شكل ٢ و ٣ و ٤ يرى ان بعض القواديس يبقى فيها الماء مدة طويلة اكثر مما في شكل (١) وبهذا الغرض يكون لها فائدة اخرى وفي شكل ٣ لوحة ٣ تكون القواديس مصنوعة من ورقات رقيقة من النحاس على صورة مستحسنة كما في شكل ٣ لوحة ٤

وفي شكل ٢ لوحة ٣ تمر المياه المتراكمة فوق الحاجز وتستقر على الذهب في الجري من ٥ الى ف وفي شكل (٤) الذي احده المعلم بركان توجد حنفية تغريغ دد التي تفتح متى زاد الماء في الحوض وفي نقطة ٥ يوجد سد آخر وفي مصرف ويمنع على قدر الاحتياج

في الدرس السابع من هذا المجلد تكلمنا على تركيب الآلات والطارات الاساسية بالخصوص ولكن بقي علينا عدة اشياء يتبعي لنا ان نخلصها الى فصل بذات راحة الانكليزي في هذا الفن فاتهم اهتمامه وابدعوا فيه حتى صار لهم مقدرة على صناعة الآلات والى كيفية ذات ابعاد عظيمة من الحديد متينة الصنعة يمتنع الضيق الهنسي الذي هو اعظم مبادئ الجراح ولتخرج الحافق فيه من مقابلة قوة الماء المحركة وما تحدث من النتيجة فنقول ان النتيجة النافعة ليست الا ثلث القوة المحركة في الطارات المعتادة ذات الطاقات الضعيفة وتكون قدر الثلثين في الطارات ذات القواديس

وقد جرب مسيو اسميتون عدة تجارب في نتائج الطارات الادوية والكيفية فسمى الارتفاع الذي ينزل منه الماء عاموديا مع السهولة لكي تكسب السرعة التي بها يطرق جناح الطائرة بالنقل التدريجي المتحسّن ويقلل وصل الى النتائج الآتية

اولا متى كان النقل التدريجي اى الحفني واحدا فالنتيجة تكون تقريبا مثل كمية الماء المنصرفة

ثانيا إذا كان انصراف الماء واحدا كانت النتيجة مناسبة لارتفاع الثقل الحقيقي المذكور

ثالثا إذا كانت كمية الماء المنصرفة واحدة كانت النتيجة مثل تربيع السرعة

رابعا إذا كانت قحمة الحاجر واحدة كانت النتيجة مثل تكعيب سرعة الماء وفي الطارات الادروليكية الكبيرة على مقتضى ما قاله اسماعيلون تكون النسبة المتوسطة بين القوة والنتيجة كنسبة ٣ الى (١) والنسبة المتوسطة بين سرعة الماء والطارة كنسبة ٥ الى ٢.

واما الطارات ذات القواديس فانها متى كانت مرتفعة بالنسبة الى سقوط الماء كانت تبيتها عظيمة وينبغي أن تكون سرعة هذه الطارات قدر متر واحد في كل ثانية تقريبا لكي تحدث اعظم نتيجة

ولتكم الآن على بعض تنبيهات عمومية بطريقة موجزة تتعلق بالاستكالات التي ادخلها موسيو بونسوليه من مندمدة قليلة في تركيب الطارات ذات الجانب حيث ان هذه الاستكالات تكسب نتيجة تلك الطارات زيادة عظيمة.

ثم ان الطارات العلوية لا تستعمل الا في المياه الساقطة التي يتجاوز انحدارها مترين من الارتفاع ويكون فيها كمية كبيرة من الماء

واما التوازيات البسيطة فانها تستعمل مطلقة من غير تقييد في ارتفاع المياه وتكسب سرعة عظيمة اذا بعدت قليلا عن النتيجة المتحصلة منها

ومتى زادت سرعة الطارات على مترين في كل ثانية فان هذه الطارات تحدث جناحا وتساعد على انتظام الحركة ولومع وجود الراجات والبروزات وتغيرات السرعة القياسية التي تحصل لاجزاء الآلة وتحدث ايضا مع بعض تعشق سرعة عظيمة تصل لكثير من العمليات الصناعية ولومع وجود القوة المتعدمة

ومن التادر كون الطارات ذات القواديس تحدث سرعة اقل من متر واحد في كل ثانية



فان سرعتها عادة تقبأوز مترين في كل ثانية وليس ذلك عيبا فيها حيث ان سقوط الماء المستعمل في مثل هذه الحالة يكون بالاقل ثلاثة امتار وقد عدل السرعة التي يستعملها الماء حال ترووجه من الجرى وكذلك التي يأخذها الماء في هذه الجرى بالنظر للطارات ذات الجانب على أن الطارة يكون لها دائما في مثل هذه الاكث متران من السرعة في كل ثانية وهذه السرعة تضع راجية الطارة ذات الجانب على الطارة ذات الطاقات المعتادة متى كان سقوط الماء اقل من مترين فعلى موجب هذه المقارنة نرى انه يمكن استعمال التوايت المتحركة من اسفل مع انها غير مطلق الاستعمال في جميع الاماكن في البلاد ذات السهل التي تكون فيها الانحدارات قليلة والمياه كثيرة ففي الحقيقة نرى أن استعمال الانحدارات تفوق على مترين في البلاد السهلة من الاشياء الصعبة الكثيرة المصاريف والتكاليف فعلى ذلك توجد احوال كثيرة تكون فيها منفعة الطارات السفلية وراجيتها على غيرها واضحة

وهذه الطارات تقذف ثلث كمية الحركة التي تتلقاها بل واكثر من ذلك بخلاف ما اذا كانت الانحدارات الموضوعة فيها صغيرة جدا وفي الغالب اذا كان وضع المجارى والخواجز زديا فانها لا تقذف سوى ربع او خمس هذه الحركة وقد عمل العلماء الماهرون والمهندسون المشهورون عدة تجارب كثيرة النفع والقائدة لاجل اصلاح استعمال التوايت وقالوا انه ينبغي أن يكون عدد طاقات تلك الطارات في المواضع الجيدة (اولا ٢٤ طاقة بالاقل) (ثانيا انها تكون ماثلة مع نصف قطرها من ٢٥ درجة الى ثلاثين) (ثالثا ان انغماس هذه الطاقات في الماء لا يزيد على ثلث ارتفاعها) (رابعا ينبغي وضع حافة من ٨ سنتيمترات الى ١٠ على الاطراف العامودية لطاقات تلك الطارات)

وقد شرعوا في عدة طرق متنوعة لاجل ازدياد قسيمة الطارات بوضع المجارى واعتابها واضعا جيدا وشرع موسيو موروزي ايضا في عمل طرق

لتنقيص طول المجري الذي يترتب عليه تنقيص السرعة التي تحصل للماء حال مروره عليها وهذه من اعظم الاوضاع الكثيرة النفع والقوائد  
فحينئذ اذا امكننا الخارج لكي نجعل شكل جدران القنوات مثل شكل السائل  
ينبغي أن نجعل ابعاد هذا السائل بطريقة بحيث تكون سرعة الماء واحدة  
عند دخوله في الحوض وصادمته للطارة فاذا نرى أن كمية الحركة المتجهة  
نحو الطارة ذات اللعب عوضه عن كونها تكون ربع او خمس القوة المقذوفة  
تكون ثلاثة من عشرة من تلك القوة

وعلى موجب التجارب التي فعلها موسيو كرسيان يحصل من الجافات  
الجانبية التي شرع فيها موسيو موروزي من عشر الى عشرين بالتسبة  
الى التوابيت المعتادة اذا فرضنا أن هذه اللعب ثابتة لا تتحرك ومنحصرة  
في تلك المجري وتنقص هذه الفائدة متى كانت الطارات محكمة الصناعة  
وقليلة الحركة فيها

فاذا فرضنا انه يحصل معنا ثلاثة اعشار القوة الدافعة وعشر ربع بواسطة  
الجافات فينتد تكون النتيجة  $\frac{3}{4}$  من القوة الدافعة التي هي كفاية عن  
نتيجة التوابيت ذات الحواف

ولا ينبغي أن قوة الماء الدافعة عند خروجه من الخارج تكون في حد ذاتها اقل  
من القوة المتحصلة بالعملية النظرية اعني انها اقل من القوة المتحصلة من ارتفاع  
كل جرم من الجزئيات المارة من الخارج فاذا نرى انه لا يتحصل من التوابيت  
المتقنة الصناعة اكثر من  $\frac{3}{4}$  او  $\frac{3}{5}$  جزأ من مائة من قوة الماء مع  
غاية الضبط في الحساب

وبعد أن ذكر موسيو بونسولي جميع الملاحظات التي ذكرناها انما ين  
الاستحسانات التي بها يمكن أن تصير الطارات الادريكية ذات محصول عظيم  
اذا عوضت الطاقات المستقيمة التي هي للطارات المعتادة بلعب منحنية  
واسطوانية بحيث يكون مقعرها ملائما للسائل ويكون محيط كل علبة من  
هذه الطاقات مماسا لدائرة ظاهرة متحدة المركز مع الطارة وهذا المحيط يميل

بالتدريج شيئا فشيئا على نصف قطر الطارة حتى يكون محيطا متصلا كما يشاهد  
في شكل (١) لوحة ٤

وبهذه الطريقة يمس الماعظا هر كل علبة من تلك العلب ويدخل فيها بدون  
أن يلاطم سطحها وذلك لكي يرفعها ارتفاعا موازيا للسرعة الخاصة به

فاذا اردنا الآن تحويل السرعة التي يخرج بها الماء من الطارة الى درجة  
صفر يلزم ان تكون سرعة محيط هذه الطارة مساوية لنصف ماء التيار

وقد جمع موسيو بونسولي جميع وسائل الاستكمال حيث وضع  
الخواجز وضعا مخصوصا كما ذكرناه آنفا وعمل للمجرى مخربا عريضا في المحل

الذي تبتدى فيه القواديس المنحنية بالانصباب ولاجل سهولة تفريغ تلك  
القواديس وضع على كل جهة من جهات هذه القواديس موصلا عن الحافات

قطعتين من الخشب على صورة كففت مستديرة وليس عرض هاتين القطعتين  
اكثر من ربع ارتفاع الانحدار فهذه الاوضاع والتجارب التي عملها يستتج

أن كمية العمل المتحصلة من التوايت المنحنية اذا كان الانحدار من ٨٠ و ٠  
متوا الى ٢ من الامتار ليست اقل من ٦ و ٠ بل وفي الغالب تبلغ ٦٧ و ٠

من كمية الحركة الناتجة عن ارتفاع ماء الخوض تحت النقطة السفلى من الطارة  
وهذه النتيجة اكثر من النتيجة التي يمكن تحصيلها من الطارات الجانبية بل ومن

الطارات العلوية ايضا اذا كانت مستعملة في انحدارات صغيرة

وحيث ان العلب المنحنية لا تقبل الماء من اسفلها مثل الطارات ذات القواديس  
فينبغي أن تصنع من ألواح الخشب الضيقة والافوق انها تصنع من الحديد

المسطوح او من الصفيح المين الذي يكون من قطعة واحدة وبذلك يمكن  
تعشقها في كففت مستديرة ويكني تعبدها في تلك الكففات ولصقتها محكما

وبعض الاوقات يمكن تعويض تلك الكففات المستديرة بالاخشاب كما في  
الطارات المنحنية

ومتى كان الماء المقذوف من المجرى قليل الحجم وكانت سرعة قذفه  
عظيمة يمكن توصيل انحدار مجرى ب ب شكل (١) لوحة ٤

الى عشر واحد بحيث تعادل السرعة الناشئة عن هذا الانحدار التاخير  
الناتج عن مقاومة الجوانب

وينبغي أن يكون عرض المجرى اقل من طول العلب وها هي الاوضاع  
الموافقة التي يجب أخذها في الجوانب والقواطع والمجاري

اولا ينبغي انحناء جانبي **ب و** على قدر الامكان (ثانيا) نضع علبة  
طاقة **ق** فوق المايز ولاجل أن يكون هذا المايز كاملا مستويا  
يلزم أن يكون مرصيا من لوح صلب من الصفيح او الحديد الصلب  
وفي الجزء الذي يترلق فيه المايز **ح** كن ان نعشق بعض قطع من الرخام من  
الجهة الظاهرة التي يدفعها السائل فهذه الطريقة يسهل عمل المايز وهذه  
العملية يمكن اجراؤها بواسطة دولاب صغير وما يناسب هذا المقام ويلاعه  
الصورة الآتية وهي ان قاع **ب ف** شكل (١) مكررا لوحة **د**  
من المجرى يكون مسطحا في جميع عرضه الذي هو **م م** شكل **د**  
مكررا ثلاثا وينبغي ايضا أن يكون موضوعا على البين واليسار على هيئة  
**م م** و **م م** و **م م** الذي يكون جزؤه العلوي محفورا على هيئة  
**ر ف** شكل (١) مكررا بحيث ينطبق طبعا محكما على المحيط المستدير  
المعبر عنه بجوafi الطارة

وفي نقطة **ف** شكل (١) و (١) مكررا ينهي المجرى فوق الخط  
العمودي المار بمركز الطارة ويكون مخرج **ف ش** معدا السقوط  
الماء الذي يسيل على قاع **ش ل** الذي هو عرض من الطارة وذلك  
لسهولة خروج الماء

ولنبين الآن عن حركة الماء الخارج من الطاقة فنقول ان اتجاه هذا الماء  
يكون مماسا لمحيط الطارة تقريبا فاذا كان ابتداء سطح الاجنحة مماسا كذلك  
لهذا المحيط ينبغي أن نعتبر تصادم الماء لهذا السطح قليلا ويزلق هذا الماء  
في كل علبة بدون ملئع وعندما يدخل في هذه العلبة تعادل تفاوت سرعة  
الطارات وماء المجاري ويصعد هذا الماء في العلبة الى ارتفاع يعادل الارتفاع

الذي تبينه المصنعة ولنفرض الآن أن قاع المجرى المعبرة به حجر في  
**ب** يكون في وضع بحيث انه في الوقت الذي يصل فيه الضلع الظاهر  
 من العلبة الى نقطة **ب** يبلغ الماء الداخل في هذه العلبة اعظم ارتفاع  
 يمكن صعوده اليه ثم ينزل على حسب انحدار العلبة فاذا استمر الضغط  
 عليه نزل على الضلع الظاهر من العلبة بسرعة نسيبة بحيث تساوى  
 السرعة التي كانت له حال دخوله في العلبة وزيادة على ذلك انه يتجه  
 اتجاها مما سالسطح الطاقة الاسطوانى في جميع امتداد الضلع الظاهر  
 من هذه العلبة

وقد تساوى سرعة الماء المطلقة سرعته التسيية ناهضة سرعة الطارة ولكن  
 يلزم أن يكون هذا النقص قليلا جدا لكي يحدث الماء النتيجة الكبرى  
 التي يمكن تحصيلها منه فعلى ذلك يلزم أن تكون سرعة الماء التسيية حين  
 دخوله في الطاقة مساوية لسرعة الطارة فحينئذ تكون سرعة الماء المطلقة  
 ضعف سرعة الطارة المطلقة

وفي هذه الالة التي ذكرناها لا يفقد شئ من القوة لاعد دخول الماء في الطاقة  
 ولا في خروج منها

وانما يفقد من تلك القوة ما يتسبب عن ازدحام السائل عند خروجه من الخارج  
 وعن احتكاك الماء في السائل وعن احتكاك الماء في الطاقات وقت الصعود  
 والنزول وكذلك الخسارات الصغيرة التي لا يمكن الاحترام في عدم ضياعها  
 في كل آلة من هذا القبيل

وبعد ان بحث مسيو بونسولي بعملية عن الشكل الموافق الذي يعطى  
 لجميع اجزاء الطارات الرأسية ولجارها على اختلاف انواعها بحث ايضا  
 بالتجربة عن النتيجة النافعة التي تحصل من هذه الطارات المتقنة المصنعة  
 فهذه التجارب وان كانت قد عملت على آلة قطرها ٥٠ سنتيمترا فقط وطول  
 طاقاتها ١٠٣ ملترات لكنهم اعطية جدا بالنسبة لا تجد نتائجها مع نتائج  
 الآلات النظرية وبالنسبة ايضا للقوائد العظيمة المتحصلة منها

وقد شاهد مسيو بونسوليه بنفسه ان الطارات الكبيرة تحتاج لاتقان العمل الكامل اكثر من الطارة الصغيرة التي جعلها اتموزجا فبناء على ذلك أن الطارات الكبيرة تعطى نتائج كبيرة اكثر من النتائج المتحصلة من الطارة الصغيرة المذكورة

وبين مع غاية الضبط والتدقيق ابعاد الحوض الذي يعطى الماء المتحرك وكذلك ابعاد حواجز المجرى ووضع ايضا جميع الاحتراسات التي يجب اخذها في قياس مصرف الماء مع غاية التحقيق وقال انه لاجل تنظيم قسمة الطاقة الظاهرة مع الضبط الكافي يلزم اخذ مساطر صغيرة من خشب يكون عرضها قدر القنحات الصغيرة المتنوعة المراد عملها مع اخذ الاحتراسات اللازمة لاجل التحقق من انها لا تتغير لزيادة ولا نقصان وقت استعمالها وحينئذ كان يضع وجهها من وجوه المساطر على عمق المجرى النجى ويخفض الطاقة الظاهرة الى ان يمس طرفها الاسفل الوجه الآخر ثم يقلب المسطرة على جميع الوجة بين الحاجر والمجرى بحيث تكون في غاية من الدقة في وضع عامودي فيها الطريقة لا ينبغي أن سمك المسطرة بين مع الاتقان قسمة الطاقة المراد عملها واما كيفية معرفة ارتفاع الماء في الصندوق فانهم كانوا يضعون جساما واما يسبح على طول قضيب مدرج ولكن هذه الطريقة ابطاؤها واستعوضت فيما بعد بقياس سمك الماء بواسطة مسطرة كوتسك المنقسمة اقسام صغيرة الى مليقيرات ولجل اثبات هذا القياس والتحقق منه كانوا يستعملونه عدة مرات في تجربة واحدة

ولا ينبغي أن ترتيب التسوية هو الجزء الدقيق الصعب من جميع انواع هذه التجربة حيث انه يقتضى مزيد الاعتناء والتأني وحيث ان تلك الوسائط الدقيقة التي اجراها في هذا الغرض عدة من المؤرخين لم تكن في طاقتنا اقتصرنا على وضع قناة وحاجز للتفرغ في مجوار الصندوق المستعمل حوضا تكون ابعادها كافية في سيلان الماء الاتى من التهر ومتى كان ارتفاع حاجز الطارة الصغير مناسباً فانتازت مع التأتى قسمة حاجز التفرغ بشرط اننا نتحصل على التسوية

الثابتة التي تقتضي التجربة المراد عملها  
ومتى قيس الزمن بمقياس المعلم برزنيه فانه يعطى لنا النصف الثواني وكية  
الماء السائل في كل ثانية تحصل بالزمن اللازم لامتلاء الصندوق المأخوذ  
بعاره عدة مرات ويسع ١٨٤ لترا  
ولم نعد من التجارب العظيمة الا التجارب التي اذا كررت مرارا عديدة  
لا يحصل فيها اختلاف الا في بعض انصاف قواني مدة السيلان كلها وهكذا  
في جميع التجارب التي سنستكم عليها فيما بعد  
وقد وضع مسيو بونوليه النتائج المشهورة التي تتعلق بازدهام السائل  
وقت خروجه من حجرة والوسائط النافعة لجبر الخلل الناشئ من عدم الانتظام  
الناشئ عن هذا الازدهام بطريقة مخصوصة  
وهي ان هذا الجبر الماهر لكي يقيس نتيجة طارئة العظمى استعمل الواسطة  
التي استعملها مسيو اسمياتون اعني انه حسب مثله الثقل الذي ~~يكون~~  
للطاردة رفعه وعلقه في جبل ملتف على عامود الطارة  
وابتدا اولاً بتقويم مقاومة الهواء والمقاومة التي تحصل من شد الجبل او الدبارة  
المعلق فيها الثقل على وجه التقريب ثم بتقويم احتكاك الحركات الشديدة  
التي تحصل للماء فكان يقيس بتعريكه للطاردة هذه المقاومات بنفس نتيجة  
الاتقال الموضوعة في كيس معلق في الجبل او الدبارة وفي هذا الزمن لاشئ  
يقاوم هذه الاتقال سوى المقاومات المختلفة التي ذكرناها \* ولأجل انتظام  
حركة الطارة كان يدورها عشر دورات كاملة بثقل واحد وكان ابتداء كل  
دورة واخرها ميديا مع الدقة بواسطة ابرة (اي عقرب) موضوعة على مدار  
العامود فبعد الدورة العاشرة كان يحسب مع الضبط عدة مرات الزمن اللازم  
لعمل جلة دورات كن عددها في الغالب من ٢٠ دورة الى ٢٥ وبتغيير  
الاتقال كان يعرف نوع المقاومات الناشئة عن كل سرعة تأخذها الطارة  
وتيسر له معرفة هذه المقاومات فان هذه الطارة عندما كانت تدور بحركة  
الماء بمتر بانواع السرعة وقال مسيو بونوليه ان هذه الطريقة التي

استعملها عدة من المؤرخين غير صحيحة في جميع اجزاء الميكانيكا لان الطارة  
تتأثر من الماء تأثر شديد متى كان تحركها به وفي هذه الحالة يكون الكيس  
أثقل مما اذا كانت فارغة ومن جهة يزداد شد الدبارة وتؤثرها ومن جهة اخرى  
لم يكن الضغط والاحتكاك على الدوران واحدا

ويتعسر الالتفات الى هذه الاسباب الاخيرة في التجارب العديدة لكن يمكن  
بواسطة الاعتناء والتعديل تنقيص مقدار مجموع هذه المقاومات في الاحوال  
المختلفة ولو كانت اقل دائماً من المقاومة المتحصلة من التجارب التي عملت  
على الطارة وهي فارغة

وعلى موجب الاحتراسات التي ذكرناها انفا عملنا الجدول الآتي وهو جدول  
يحتوي على الاثقال المرفوعة وكميات العمل المتحصلة من الطارة بواسطة فتحة  
حاجز سعتها ٣ سنتيمترات وانحدارها ٢٣٤ ملئترا



عدد التباين	زمن ٢٥ دورة من العجلة	عدد الاداء في كل ثانية	الارتفاع الذي يرتفع اليه الثقل في كل ثانية	الاتقال المرفوعة ومن جلتها ثقل الكديس	الثقل الذي يعمل توازن المقاومات	الثقل الكلي الذي ترفعه العجلة	كمية العمل التي تحدها العجلة
كيس	كيس	ادوار	مليمت	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
٠١	١٩,٥٠	٢٨٢١ ر	٢٨٠٥ ر	٠,٠٠٠ ر	٢٢٢ ر	٢٢٢ ر	٠,٦٢٨ ر
٠٢	٢٢,٢٠	٠,٧٧٦ ر	٢٣٥٨ ر	٠,٠٠٠ ر	١٩٠ ر	١٩٠ ر	٠,٢٨٠ ر
٠٣	٢٢,٥٠	٠,٦٣٨ ر	٢٣٢٨ ر	١,٠٠٠ ر	١٨٠ ر	٢٨٠ ر	٠,٢٩٨ ر
٠٤	٢٤,٠٠	٠,٤١٧ ر	٢٢٧٩ ر	٢,٠٠٠ ر	١٧٦ ر	٣٧٦ ر	٠,٢١٣ ر
٠٥	٢٤,٤٠	٠,٢٤٦ ر	٢٢٤٢ ر	٣,٠٠٠ ر	١٧٤ ر	٤٧٤ ر	٠,٣٣٠ ر
٠٦	٢٤,٨٠	٠,٠٨١ ر	٢٢٠٦ ر	٤,٠٠٠ ر	١٧٢ ر	٥٧٢ ر	٠,٣٤٦ ر
٠٧	٢٥,٢٠	٠,٩٩٢ ر	٢١٧١ ر	٥,٠٠٠ ر	١٧٠ ر	٦٧٠ ر	٠,٣٦٢ ر
٠٨	٢٥,٦٠	٠,٩٧٦ ر	٢١٣٧ ر	٦,٠٠٠ ر	١٦٧ ر	٧٦٧ ر	٠,٣٧٧ ر
٠٩	٢٦,٠٠	٠,٩٦١ ر	٢١٠٩ ر	٧,٠٠٠ ر	١٦٤ ر	٨٦٤ ر	٠,٣٩٢ ر
١٠	٢٦,٥٠	٠,٩٤٣ ر	٢٠٦٤ ر	٨,٠٠٠ ر	١٦٠ ر	٩٦٠ ر	٠,٤٠٤ ر
١١	٢٧,٠٠	٠,٩٢٥ ر	٢٠٣٦ ر	٩,٠٠٠ ر	١٥٨ ر	١٠٥٨ ر	٠,٤١٧ ر
١٢	٢٧,٥٠	٠,٩٠٩ ر	١٩٨٩ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٥٦ ر	١١٥٦ ر	٠,٤٢٨ ر
١٣	٢٨,٠٠	٠,٨٩٢ ر	١٩٥٤ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٥٤ ر	١٢٥٤ ر	٠,٤٤٠ ر
١٤	٢٨,٥٠	٠,٨٧٧ ر	١٩١٩ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٥٢ ر	١٣٥٢ ر	٠,٤٥١ ر
١٥	٢٩,٠٠	٠,٨٦٢ ر	١٨٨٦ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٥٠ ر	١٤٥٠ ر	٠,٤٦٢ ر
١٦	٢٩,٥٠	٠,٨٤٨ ر	١٨٥٤ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٤٩ ر	١٥٤٩ ر	٠,٤٧٣ ر
١٧	٣٠,١٠	٠,٨٣٠ ر	١٨١٧ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٤٨ ر	١٦٤٨ ر	٠,٤٨١ ر
١٨	٣٠,٦٠	٠,٨١٧ ر	١٧٨٨ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٤٥ ر	١٧٤٥ ر	٠,٤٩٠ ر
١٩	٣١,٢٠	٠,٧٩٨ ر	١٧٤٨ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٤٢ ر	١٨٤٢ ر	٠,٤٩٦ ر
٢٠	٣٢,٠٠	٠,٧٨١ ر	١٧٠٩ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٤٠ ر	١٩٤٠ ر	٠,٥٠٣ ر
٢١	٣٢,٥٠	٠,٧٦٩ ر	١٦٨٣ ر	١٠,٠٠٠ ر	١٣٧ ر	٢٠٣٧ ر	٠,٥١١ ر

عدد التجارب	زمن ٤٥ دورة من العجلة	عدد الادوار في كل ثانية	الارتفاع الذي يرتفع اليه النقل في كل ثانية	الاتقال المرفوعة ومن جملتها نقل الكيس	النقل الذي يعمل فوازن المقاومات	النقل الكلي الذي ترفعه العجلة	كمية العمل التي تصنعها العجلة
كيس	كيس	ادوار	مبليتر	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام
٢٢	٣٣,٥٠	٠,٧٤٦٣	٠,١٦٢٣	٣,٠٠٠	٠,١٣٤	٣,١٣٤	٠,٥٥١٨
٢٣	٣٤,٣٠	٠,٧٢٨٩	٠,١٥٩٥	٣,١٠٠	٠,١٣١	٣,٢٣١	٠,٥١٥٣
٢٤	٣٥,٠٠	٠,٧١٤٣	٠,١٥٦٣	٣,٢٠٠	٠,١٢٨	٣,٣٢٨	٠,٥٢٠٢
٢٥	٣٥,٥٠	٠,٧٠٤٢	٠,١٥٤١	٣,٣٠٠	٠,١٢٦	٣,٤٢٦	٠,٥٢٧٩
٢٦	٣٦,٥٠	٠,٦٨٤٩	٠,١٤٩٩	٣,٤٠٠	٠,١٢٣	٣,٥٢٣	٠,٥٢٨١
٢٧	٣٧,٥٠	٠,٦٦٦٧	٠,١٤٥٩	٣,٥٠٠	٠,١٢٠	٣,٦٢٠	٠,٥٢٨٢
٢٨	٣٨,٥٠	٠,٦٤٩٤	٠,١٤٢١	٣,٦٠٠	٠,١١٥	٣,٧١٥	٠,٥٢٧٩
٢٩	٣٩,٥٠	٠,٦٣٢٩	٠,١٣٨٥	٣,٧٠٠	٠,١١٠	٣,٨١٠	٠,٥٢٧٧
٣٠	٤١,٠٠	٠,٦٠٩٧	٠,١٣٣٤	٣,٨٠٠	٠,١٠٨	٣,٩٠٨	٠,٥٢١٣
٣١	٤٢,٥٠	٠,٥٨٨٢	٠,١٢٨٧	٣,٩٠٠	٠,١٠٦	٤,٠٠٦	٠,٥١٥٦
٣٢	٤٤,٠٠	٠,٥٦٨٢	٠,١٢٤٣	٤,٠٠٠	٠,١٠٣	٤,١٠٣	٠,٥١٠٠
٣٣	٤٥,٥٠	٠,٥٤٩٥	٠,١٢٠٢	٤,١٠٢	٠,١٠٠	٤,٢٠٢	٠,٥٠٥١
٣٤	٥٢,٧٥	٠,٤٧٣٩	٠,١٠٣٧	٤,٤١٧	٠,٠٨٨	٤,٥٠٥	٠,٤٦٧٢
٣٥	٩٦,٧٥	٠,٢٥٨٢	٠,٠٥٦٥	٥,١١٩	٠,٠٦٨	٥,١٨٧	٠,٢٩٣١

وقال مسيو بونسوليه ان السرعة وكميات العمل المتحصلين من الطارة  
يتبعان سيراً منتظماً ولو بلغت قوتها الاعداد الخاتمة الرابعة من الاعداد  
الاعشارية

وثبت عند المؤلف ان القوانين المتحصلة من التجربة قروب من القوانين المتحصلة  
من العمل حيث ان النسبة المفروضة بالعملية المتقدمة هي نسبة  
 $2 = 203, 5894 (ن - ف)$  كيلوغرامات

وهذه النسبة توافق التجارب المتقدمة بالكلية الى مرة ٣١ التي تبدأ فيها  
الاختلافات بالزيادة وتصر فيها ظاهرة شيئاً فشيئاً فلذا كانت التجربة  
في الاحوال الاول الثلاثين موافقة بالكلية للعملية النظرية وينبغي للانسان  
ان يلاحظ ان المساواة التي ذكرت بالنظر للاستثنائات الاربعة والخمسة الاخيرة  
تكون مرتبة فيما اذا كان للطاقت ارتفاع كافي بحيث يمنع الماء عن الخروج  
من قواعده ويصل هذا الغرض من ابتدا تجربة ٣١ واعظم قوة نافعة  
تحتها الطارة تكون موافقة لتجربة ٢٧ التي يكون فيها عدد الادوار  
في كل ثانية ٦٦٦٧ ر. اعني تكون ثلثادورة في كل ثانية واما العملية  
النظرية فينشأ عنها نقط ٦٦٦ ر. وعرف مسيو بونسوليه بطريقة  
عجيبة انه ان نسبة السرعة المتوسطة للماء بالمسافة التي يقطعها محيط الطارة  
يعبر عنها بعدد ٥٢ ر. بخلاف النظرية فانها تسين نقط بعدد ٥٠ ر. وهذا  
الاختلاف الصغير الذي هو كناية عن اثنين من مائة يعد متحصراً  
في حدود تخمينية يقتضي الطريقة التي تبعها هذا المهندس حتى وصل الى  
تحديد عدد ٥٢ ر.

ثم بحث بعد ذلك عن مقابلة نسبة كمية العمل التي تحتها الطارة للنهاية الكبرى  
وبين كمية العمل المنصرفة بالماء المتحرك فوجد بواسطة التقويمات التي لا يمكن  
لنا الان ذكرها على التفصيل هذه النسبة هي عين ٧٤١ ر. وقال ان  
هذه النسبة تكاد ان تساوى مرة  $\frac{1}{2}$  النسبة التي وجدها اسماعيلون  
في الطارات المعتادة وليست بعيدة عن الطارات الادروليكية المشهورة واذا

طبقنا العملية النظرية على بحث هذه النسبة فيحصل معنا عدد ٧٤٠ ر  
وقال المؤلف ان هذه درجة تقريبية لا يلزم للانسان ان يعدها من تجارب  
الطارات التي نحن بصدد

والغرض المهم من شغل مسيو بونسولي الاخير هو تعريف قوانين سيلان  
الماء في الجهاز الذي استعمله في التجارب المتقدمة فابتدأ اولاً بملاحظة  
احوال سيلان الماء في جزء المجرى الذي استعمله لذلك وقاس سرعة  
هذا الماء ولاجل ان يحدث التوازن الذي يتبعه السطح الاعلا من السائل  
في المجرى وضع قطعة من الخشب وضعا عموديا على اتجاه المجرى الذي شقه  
بالابر المنتصبة الموضوعة على بعد واحد ومصطفة في سطح واحد عمودي على  
اتجاه التيار واذنرنا هذه الابرة وتارة بالتناوب بحيث يسمح الطرف الاسفل  
من كل واحدة منها بمرور السائل فيحصل معنا جملة انتظامات متوازية وقد  
يدل الخط المائل المستقيم الذي شق كل طرف من اطراف تلك الابرة على المحيط  
المستعرض بماء المجرى وبناء على ذلك يحصل معنا قطع الماء الجاري في المجرى  
فاذا قسمنا مصرف التيار بقطع الماء المحدد بالطريقة المتقدمة فيحصل معنا  
سرعة السائل المتوسطة ولاجل نجاح هذه المحاولات يلزم ان يكون سيلان  
الماء منتظما بالكلية وذلك يتم اذا كان ارتفاع الماء منتظما بالكلية في الحوض  
ولم يكن هناك مانع يضر بحركة السائل عند خروجه من السد وقدومه  
للمجرى

ولاجل سهولة الحركة الخفية التي يجب اعطاؤها للابر لكي توصلها الى النقطة  
المحددة التي تناسبها ينبغي لنا ان نرتب انغماسها مع قطعة من السلك الموضوع  
على كل ابرة منها في الجزء الذي يشق قطعة الخشب المستعرضة وعند اخذ جميع  
الاحتراسات الممكنة ومعرفة ارتفاع الماء فوق عتبة السد بالكلية نقيس  
المصرف الحقيقي باللاترات لكي نقابله بمصرف الماء على مقتضى العملية  
النظرية ولذلك نعرف نسبة هذين المصرفين وسرعة الماء عند خروجه من السد  
على حسب العملية ونعرف ايضا نسبة السرعات الحقيقية على المقطع المتقبض

للسرعات العملية النظرية وكذلك نسبة السرعات الحقيقية للطارة  
وللمقطع المنقبض ونسبة السرعات للطارة والسرعات العمليات النظرية  
ايضا

ثم ذكر مسيو بونسوليه اعتمادا على تجاربه تنبيهات وحسابات لا يمكن  
لنا ذكرها مفصلة في هذا المختصر والقصد من الجزء الرابع الاخير من شغل هذا  
المهندس البحث عن معرفة كمية العمل المتحصلة من الطارات ذات الطاقات  
المتخنية وبعدها حدد السرعات الحقيقية وتصريفات الماء كما ذكر في الاحوال  
المتنوعة من تجاربه بحث عن النسبة التي توجد بين السرعات الحقيقية للماء  
على اجنحة الطارة وبين السرعات اللازمة لارتفاع الماء فوق مركز المنفذ  
بمقتضى العمليات النظرية فعمل جدولا يشتمل على كميات العمل وعلى سرعات  
الماء وسرعة الطارة في النهاية الكبرى وقد تختلف النسبة التي توجد بين كمية  
نتيجة الطارة وكمية نتيجة الماء على العموم في عدد قليل مثل ٠,٥ وهو  
الذي عينته العملية النظرية وبالنظر للنهاية الكبرى لم تكن النسبة التي توجد بين  
كمية عمل الطارة وبين كمية عمل الماء اقل من ٠,٦ بل وفي بعض الاحوال  
يزيد على ٠,٧٥ مع أن هذه النسبة لم تكن سوى ٠,٣٠ مقدارا  
متوسطا في الطارات على حسب تقويم اسميتون وهذا ما ثبت فائدة  
المواضع الجديدة

وهنا كان مسيو بونسوليه يشر رسالته في الاخبار اليومية التي تتعلق  
بجمعية الترويج كان مسيو روير رئيس الحدادين في مدينة فولك  
وهي إحدى محلات موزيل بين طارة ادروليكية مائية على حسب هذا  
المؤلف وكانت النتائج الكبرى التي تحدها العملية تقرب كثيرا من النتائج  
الناشئة عن الاورنيك الذي كان يستعمله مسيو بونسوليه في تجاربه  
وفي الحقيقة نجد ان نسبة كمية العمل التي يحدها الماء المحرك بالنظر للنهاية  
الكبرى كانت تساوى ٠,٧٣ مع ان مسيو بونسوليه وجد هذه  
النسبة بطارته التي استعملها ٠,٧٥ وينبغي لنا ان نلاحظ انه كان لطارة

طاحونة فولك سرعة تساوى  $\frac{11}{1}$  من سرعة الماء وبالجمله فكانت  
 هذه السرعة الاخيرة تفوق شيئاً يسيراً على النهاية الكبرى  
 واذا قومنا شغل ما يتى رجل بشغل الطارات التحية أو الجانبية التي توجد  
 في فرانسا نقط وفرضنا ان هذا الشغل ولو كان يفوق بحسب الظن ثلث القوة  
 المحركة المنصرفة نرى بالحساب والبراهين التي ذكرناها ان تكميلات  
 مسيو بونسوليه تحدث لنا بلا واسطة مع عدد السواقي زيادة في الشغل  
 الحقيقي تساوى  $200000 \times \frac{70}{100}$  اعني ان هذه الزيادة تساوى شغل  
 ٥٠٠٠٠٠ رجل حقيقية وهذه هي الزيادة الناشئة عن تصلح عمارة  
 الطارات الادروليكية ومن المهم مقابلة نتيجة تلك الطارات بنتيجة الجدى  
 الادروليكي (اي الآلة المائية) وهذا ما يمكن لنا فعله بواسطة الجدول  
 الذي ذكره الشهير هيتلوان الذي تقدم ذكره في الدرس الثامن  
 وقد حسب هيتلوان المذكور النسبة التي توجد بين النتيجة التي يحدها  
 الجدى الادروليكي وبين كمية القوة المحركة المنصرفة حيث فرض ان رفع الماء  
 بقوة الجدى يكون بالتوالي ١, ٢, ٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠ مرة قدر  
 الارتفاع العامودى الذي يقيس قوة الماء المستعمل في تحريك الجدى وهالك  
 نتيجة مباحثه

نسبة النتيجة النافعة التي يحدثها مع القوة المحركة المنصرفة	نسبة رفع الماء بقوة الجدي بالنظر لارتفاع مقوط الماء المحرك
١	٠,٩٢٠
٢	٠,٨٧٣
٣	٠,٧٧٤
٤	٠,٧٢٠
٥	٠,٦٧٣
٦	٠,٦٣٠
٧	٠,٥٩١
٨	٠,٥٥٥
٩	٠,٥٢٠
١٠	٠,٤٨٨
١١	٠,٤٥٧
١٢	٠,٤٢٧
١٣	٠,٣٩٩
١٤	٠,٣٧٢
١٥	٠,٣٤٥
١٦	٠,٣٢٠
١٧	٠,٢٩٥
١٨	٠,٢٧٢
١٩	٠,٢٤٨
٢٠	٠,٢٢٤

وهذا الجدول يدل على أن النتيجة النافعة التي يحدثها الجدي تكون أكثر فائدة  
من رفع الماء المطلوب إحداها بهذه الآلة أو يفوق ارتفاع انحدار الماء المحرك  
بعد قليل

وكان يحصل لنا في الحالة التي يلزم رفع المياه فيها الى ارتفاع اكبر من ارتفاع سقوطه نتيجة مفيدة جدا وذلك اذا كنا نستعمل عدة من انواع الجدى كل واحد منها يرفع الماء قليلا وينزل ماء الجدى الاول المنصب في الحوض الاول بالخصوص لكي يرتفع بواسطة جدى ثانى وهذا الجدى يستعمل قليلا كذلك لامتلاء حوض آخر يحرك سقوط مائة جديا ثانيا ولم جزا وقد قابل مسيو هيتلوان النتائج النافعة التي يحدتها النوعان الاصليان من الطارات الادروليكية بالنتائج النافعة التي يحدتها الجدى باختلاف انواعه فتجبت له النتائج الاتية وهي

اذا كان رفع الماء يساوى اربع مرات ارتفاع سقوطه فيرفع الجدى جزا سابعاً من الماء اكثر من الطوليات المتحركة بالطارة ذات القواديس وتكون نتيجة هذه العجلة والجدى على اختلاف انواعه واحدة اذا كان رفع الماء مساوياً ست مرات ارتفاع سقوطه وبالمجمل متى لزم رفع الماء اكثر من ست مرات ارتفاع سقوطه فيكون استعمال الجدى اقل فائدة من استعمال الطارة ذات القواديس

واذا قابلنا الجدى بطارات مسيو بونسوليه ذات الطاقات فبعد النتيجة واحدة متى كان رفع الماء مساوياً اربع مرات ارتفاع سقوط الماء المحرك ويكون استعمال الجدى كثير النفع والقائدة متى كانت النسبة اكثر من اربع مرات ويكون استعماله قليل الفائدة اذا كانت هذه النسبة اقل من ذلك

بقى علينا أن نتكلم الآن على طريقة أخرى تستعمل في نقل قوة الماء وهي طريقة استعمال الآلة ذات العاء ودوتستعمل هذه الآلة لتحريك الطوليات مع قوة مفروضة بنوع سقوط من الماء عظيم الارتفاع فاذا ملائياً بالماء قسبة عامودية يساوى ارتفاعها هذا السقوط فيحصل لقاعدتها انضغاط مناسب لعمود الماء المحتوية هي عليه ويمكن استعمال هذا الضغط لتدوير الطوليات

وقد عرف مسيو دونيزار ومسيو دونيل في سنة ١٧٣١ من الميلاد آلة



عظيمة اخترعها على مقتضى هذه القواعد واستعمل لذلك قصبين عاموديين  
احد عموديهما المائي يضغط مكباس الطولبة من أسفل والاخر من اعلا  
على التوالي وكان مكباس الطولبة يصعد وينزل بتأثير هذه الانضغاطات  
وكانت قوة عمود الماء المحركة تشتغل في هذه الآلة مطلقا كما كانت  
وقوة البخار تشتغل في الآلات المسماة بالنتيجة المزروجة

قد صنعوا ايضا من هذا الجنس آلاتها عمود من الماء ذات نتيجة واحدة  
كالآلة التي صنعها مسيو هول في شومينتر سنة ١٧٥١ ولا يوجد  
في هذه الآلة سوى عامود واحد من الماء ارتفاعه ٩٠ مترا وقد وصل  
هذا الماء بواسطة مجرى افقي الى قاعدة جسم طولبة ويتعلق قضيب المكباس  
باحد ذراعي الرافعة ويتعلق ذراعها الاخر بقضيب الطولبة المعدة للتفريغ  
ويوجد حنفيتان احدهما ا يوصل عند فتحها عمود الماء بجسم الطولبة  
الاول وثانيهما حنفية - تفتح لتفريغ الماء الداخل في الاسطوانة (اولا) اذا  
كانت حنفية - مغلقة وحنفية ا مفتوحة فعمود الماء يدخل في الجسم  
الاول من الطولبة ويرفع مكباسها وهذا ما ينزل مكباس طولبة التفريغ  
اما بقوة الرافعة او بقوة الرافعة (ثانيا) متى تمت الحركة الاولى غلقت حنفية ا  
وفتحت حنفية - فينقطع عمود الماء حينئذ عن الضغط في الجسم الاول  
من الطولبة ويسيل الماء الداخل في هذا الجسم وينزل المكباس المستمر  
في هذا الجسم بعظيم ثقله بان يرفع مكباس طولبة التفريغ الى اعلا

ولئلا سبغ غاية التأسف على كون الزمن لا يساعدها في ان تذكر تفصيلا  
الرسالة النفيسة التي ذكرها مسيو بونوات وهو تلميذ قديم من مدرسة  
المهندس سخامة في شأن العجلات القوية والعجلات ذات القواديس المنحنية  
راجع من تواريخ الصناعة عمدة ٧٣

### الدرس العاشر

في الكلام على توازن السوائل السائلة وعلى الطولبات

ولتسكلم الآن على توازن الغازات اى السوائل السائلة فنقول سميت بذلك لان لها على العموم صورة كصورة الهواء المعتاد وخواصه الميكانيكية التي تتركب منها الكرة الهوائية

فاذا أدخلنا الهواء في عمن اناه ممتلي بالماء وجدنا أن هذا الهواء يخرج من الاناء على صورة الفقاع الصغيرة أو الكبيرة ويصعد جهة سطح السائل الاعلا بسرعة كبيرة جدا ويرى كذلك اننا اذا غلبنا الماء فخرج فقاع بجار الماء من العمق وتصدع على السطح وتقع بالغلي

واستنتج القدماء بملاحظة هذه الحوادث وملاحظة حوادث أخرى ايضا حاصله في حركة الطلومبات انه ليس للهواء والبخارات اى الغازات ثقل بالكلية ونفسلا عن كونها تميل الى مركز الارض تبعده بقوة مخصوصة بها وهذا خطأ كبير كاف في التمسك بفرع مهم من العلوم الطبيعية في مبدء الامر

وسنبين هذه الخاصية التي توجد في السوائل السائلة في كونها ترتفع فوق السوائل المعتادة وينبغي الآن ان نبين من هذه الخاصية طريقة عظيمة لتحديد الاتجاهات الاقصية مع غاية الضبط والتدقيق

فاذا تخيلنا اسطوانة مثل ا - لوحة ه - شكل ا متعادلة تعادلا كاملا وممتلئة بالماء وتحتوى على فقاعة د من الهواء وفرضنا انها مغلوقة من الطرفين فانا اذا رفعنا طرف - اكثر من طرف ا فان فقاعة د لكي ترتفع على قدر الامكان تجرى جهة د نحو طرف - وبالعكس اذا رفعنا طرف ا اكثر من طرف - وفقاعة د تجرى الى د في أعلا نقطة جهة طرف ا وبالجمله لا تستقر الفقاعة وتثبت في وسط اسطوانة ا - الا اذا كانت هذه الاسطوانة اقصية بالكلية فعلى ذلك يمكن لنا التحديد هكذا اولاً اذا كان اتجاه - المقروض اقصياً ثانياً اذا لم يكن هذا الاتجاه اقصياً فن ذلك نعرف الجهة التي يلزم ارتفاع الانبوبة منها وتصيرها كالمطلوب وهذه مثل الميزان الذي له فقاعة من الهواء وهو مستعمل في العمليات الدقيقة

المتعلقة بالعلوم الفلكية وبالفنون المخصوصة بالاشغال العامة  
وقد عرف كل من پاسكال وجاليليه الهواء الكروي بأنة جسم ثقيل  
كلا جسم الصلبة والسوائل ولاجل اجراء هذه العملية وزن اولانا من الزجاج  
ممتلأً بالهواء في حالته الطبيعية ثم ندخل بعد ذلك هواء جديداً بالقوة  
في هذا الاناء فبعد هذه العملية يصير الاناء ثقيلًا جدًا وهذا الثقل العظيم  
في الحقيقة انما هو ثقل الهواء الجليد الداخل فيه بالقوة واذا عملت هذه  
التجربة في غاز ادروجيني (اى ماءى) أو في غاز الخصى الكاربونيكى أو  
في سائل سبيل يظهر منه نتيجة مثل هذه ومن هنا يستنتج أن الهواء وجميع  
الغازات اجسام ثقيلة

واستكشف هذه الحقيقة بغير وحده بالمشاهدة صورة جميع الحوادث التى  
تظهر على سطح الارض من التوازن وحركة الاجسام  
وحيث كان الهواء ثقيلًا فكل نقطة من هذا السائل تكون مضغوطة بثقل  
عمود الهواء الذى تحمله هذه النقطة فحينئذ لا يكون هذا الانضغاط من أعلا  
الى أسفل قط بل انه يكون بقوة واحدة في جميع الجهات الممكنة حول تلك  
النقطة ويكون هذا الانضغاط حاصلًا على حياة الحيوانات والنباتات وقوتها  
وعلى الطريقة التى تكون عليها المعادن والنتائج الدائمة المفيدة جدًا التى  
سنبين حقيقتها

ثم انه لا يحصل للسوائل كالماء والنيذ والزيت والزئبق متى كانت ساكنة  
انضغاطات في كل نقطة مساوية للعمود السائل المحمول بهذه النقطة بل انها تحمل  
غير ذلك جميع ثقل عمود الهواء على سمى عمود السائل بشرط أن يحصل لجميع  
نقط السائل الموضوعة على التسوية العليا انضغاط الكرة الهوائية عوضاً  
عن أن يحصل لها انضغاط مساوٍ لضغط

ومن السوائل ما لا تكون باقية على حالتها الا بهذا الانضغاط الواقع على سطحها  
من الكرة الهوائية حتى اذا منعناها هذا الانضغاط فانها تنتقل سريعاً  
من هذه الحالة الى حالة الغازات مثل الاثير

وقد ينشأ عن هذا الانضغاط الذي يجريه الهواء على جميع السوائل طريقة بسيطة لتحديد ثقل عمود أفقي من الهواء معلوم القاعدة ولاجراء ذلك نأخذ أنبوبة من الزجاج مثل  $a$  - (شكل ٢) طولها أكثر من ٨ دسمترات وتكون هذه الأنبوبة مغلقة في نقطة  $a$  ثم بعد امتلائها بالزئبق النقي نجعلها في الوضع المذكور في شكل ٢ فاذن نلاحظ ان الزئبق ينزل من ابتداء نقطة  $a$  وهذا ما يتسبب عنه الفراغ في هذا الجزء وبناء على ذلك بعد نزول الزئبق من الفرع الطويل يصعد في الفرع القصير ويتفرق في كرة  $c$  بحيث يبين الاختلاف الذي يؤخذ بين تسويتين  $d$  و  $e$

فاذا فرضنا انهم بطولون فرع الأنبوبة القصير مثل الكرة الأرضية فان ذلك لا يغير حالة التوازن ولكن يحصل معنا وقتئذ سايلان منحصران في أنبوبة واحدة مضمّنة واذا وصلنا خط  $e$  -  $e'$  الأفقي يلزم أن تكون الانضغاطات الواقعة من كل نقطة من هذين المقطعين متساوية من الجهتين فبناء على ذلك تحمل نقطة  $e'$  ثقل عمود سايل  $e$  -  $e'$  بخلاف نقطة  $e$  فانها تحمل ثقل عمود الهواء وبالجمله يكون ثقل عمود الهواء مساويا لثقل عمود السائل وتكون قاعدة العمودين واحدة

واذا اعتبرنا الزئبق كالموايع فانتنا نلاحظ ان زئبق  $e$  -  $e'$  لم يكن من الارتفاع في الحملات الواطية جدا من سطح الارض سوى ٨١ سنتيمترا ولكن يتغير هذا الارتفاع وكذلك ثقل عمود الهواء في محل واحد على مقتضى التغيرات التي تحصل لحالة الكرة الهوائية

فلذا ينبغي لنا أن نلاحظ في جميع التجارب والاشغال التي يراد فيها حساب القوى المستعملة بالطبيعة في زمن اجراء الاشغال والتجارب ما هو ارتفاع عمود الزئبق الذي يبين الانضغاط الواقع من الهواء الجوى على الاجسام في محل العملية

والبارومتر هو الآلة النفيسة المستعملة في قياس الانضغاطات الواقعة من الهواء الكروي ويلزم أن تكون معرفة هذه الآلة واستعمالها عاملا للناس

الذين يمارسون جميع الفنون الميكانيكية بطريقة علمية  
ولم نطلب هنا في الكلام الاعلى القواعد التي يمكن استعمالها في عمل  
البارومترات وتحقيقها وضبطها حيث انها مفصلة في مختصرات الطبيعة  
واذا استعملنا الماء عوضا عن الزيت حيث كان الماء أخف منه  $\frac{1}{13}$  مرة  
بالاقل فيلزم أن يكون عمود م  $13 \times$  مرتفعا اكثر من  $\frac{1}{13}$  لكي  
يدل على هذا القل بعينه فلذلك اذا ارتفع الزيت الى ٧٦ دسيميتر من  
الارتفاع فالماء يرتفع الى ١٣ و  $5 \times 76$  اي ٣٨٠ و ٣٣٦  
بالتحقيق فبناء على ذلك يلزم لاجل استعمال البارومتر وعمود الماء أن يكون  
اختلاف طول فرعي الانبوبة متجاوزا ١٠٠ امتار و  $\frac{1}{13}$  فينتد نصير  
هذه الآلة صعبة الحمل والعمل

وهناك ملاحظة ضرورية تتعلق باستعمال البارومتر وهي الاختلاف الذي  
يحصل لصحة الآلة من تغيرات الاعتدال (راجع الدرس الثاني عشر فان فيه  
الكلام على الحرارة)

واحد الاستعمالات العظيمة من استعمال البارومتر هو استعمالها في قياس  
ارتفاع الجبال ويلزم قبل توضيح هذه الآلة البحث عن ثقل الغازات  
في الارتفاعات الكبيرة قليلا أو الصغيرة

ومتى كان الهواء الجوى ساكنا فان كل جزء من أجزائه الصغيرة يحمل كما ذكرنا  
ضغطا يستدل عليه بثقل العمود المتصبب المنسوب للغاز الذي قاعدته هذا  
الجزء الصغيرة ولكن للسوائل المرنة خاصية تنضغط بها بالنسبة للأثقال التي  
تحملها فبناء على ذلك اذا قسمنا جملة من السائل كالهواء بطبقات أفقية نرى  
ان جميع الاجزاء الصغيرة الموضوعة على ارتفاع واحد يلزم لكي تكون في حالة  
التوازن انها تحمل هذه الانضغاطات المتقدمة وبالجملة تكون مضغوطة  
على حد سواء فينتد تكون كثافة طبقات السائل الاقضية متحدة في جميع  
امتداد كل طبقة صغيرة أقضية لكنها تتغير الى عدة طبقات مختلفة وترداد شيئا  
فشيئا اذا قرب الانسان من الطبقات السفلى وتقص اذا بعد عنها

وقد وجدنا ان الكثافة تتبع تقدما هندسيا اذا تبعنا اعماق الطبقات تتقدما  
حسابيا

وهذه الخاصية النفيسة التي توجد في السوايل المرنة تكفي في تحديد قانون  
تقصان كثافات سائل مرن مطلقا بواسطة ملحوظ فقط وكذلك في ارتفاع عمود  
السائل من ابتداء النقط التي تلاحظ منها

فعلى ذلك اذا عرفنا ثقل السائل بارتفاعات متنوعة فستخرج منه الارتفاع  
الذي ينقص كل ثقل جديد

وأما من جهة الهواء الكروي فان البارومتر تبين لنا ثقل عمود الهواء  
الذي تحمله هذه الآلة

فحينئذ اذا صعد الانسان على خط منتصب بان يقيس الارتفاع الذي يصعده  
ويلاحظ ارتفاعات البارومتر على كل نقطة فانه يعرف درجات تنقيص  
كثافات الكرة الهوائية وبالجملة يمكنه حساب ارتفاع الكرة الكلي

وعند ما تحصل على هذه المعرفة يسهل علينا صناعة القياس الذي يحدد  
في الارتفاعات الاقصية المفروضة فوق التسوية المعاومة الارتفاع الذي يصعده  
الزئبق في البارومتر

ويكفي في قياس الابعاد المتسوية المفروضة فوق أو تحت التسوية المأخوذة  
قاعدة كوتانا فلاحظ مع الاهتمام التام ارتفاع البارومتر على نهاية هذه  
المسافة فهذه الطريقة يمكن لنا تحديد سمك المعادن وارتفاع الجبال مع الضبط  
سواء كان بالنسبة لمساواة بعض السهول المأخوذة قاعدة محلبة أو بالنسبة  
لمساواة البحر المأخوذة قاعدة عامة

ونسب الى پاسكال اول استعمال ملاحظة البارومتر في السهول وعلى  
الجبال لمعرفة اختلاف كثافة الهواء على اختلاف أنواع الارتفاع وهو انه  
جعل صهره بربه يستعمل هذه الملاحظة في جبل بيدودوم وبعد مضي  
مائة وخمسين سنة قاس مسيورا موند الطبيعي ارتفاع جبال بيدودوم  
وجبال بيرنيه بالملاحظات البارومترية مع غاية الصحة

ولنقتصر الآن على هذه النتائج العظيمة المتعلقة بالعلوم الطبيعية التي ظهرت لنا  
بطريقة الحساب وكان ثقل الهواء مجهولاً بالكيفية منذ ثلاثة قرون ولا يعرفه  
أحد وأما الآن فقد صار معلوماً بل صار محدداً مع الاحكام التام في جميع  
تنوعاته الصغيرة على المحلات المهمة من الارض وبين لنا قياس هذا الثقل  
تغيرات الاعتدال الكبيرة في زمن الصحو وفي المطر والعواصف وغالباً  
في ارتفاعات الارض وبهذا الثقل تعرف البحارة والسياحين تدارك  
القرطونات وسكونها وبذلك يحافظون على انفسهم من الهلاك ويتداركون  
الاضطراب بحيث يكونون في امن منهم وبالجملة فهذا الثقل يصير عند الميكانيكيين  
والمهندسين قاعدة قياسها معلوم الطول كالتوازن والقدم والمتر التي يستعملونها  
بدون علميات في تحديد الارتفاعات المماثلة من المحلات المتفرقة من الارض  
بمواقع صعبة جداً أو مسافات بعيدة فلذا كان انضمام حساب الهندسة  
والميكانيكة يعطى لقريحة الانسان معرفة اصول الطبيعة بالتدريج

ومضى (زم) الامر لعمارة تلك الآلات في المحلات الواطية جداً كعمق بعض  
المعادن أو في المحلات الكثيرة الارتفاع كما نجد ذلك في وسط البر الاكبر وكانت  
السوايل المارة تدخل كالعوامل في هذه الآلات فالتأثر تكبر خطأ عند  
مقابلته هذه الآلات اذا لم نعتبر اختلاف كثافة الهواء الناشئ عن اختلاف  
ارتفاعات المحلات المتنوعة

وبذلك نرى ان الانضغاط العادي الواقع من الكرة الهوائية يصير نتيجة بعض  
الآلات أحاد القياس فيقال مثلاً ان الآلة الفلانية تجدد ضغط ٤٣٢ ر ٤  
من الانضغاطات الهوائية بالنظر الى كون هذا الضغط يعادل عموداً من  
الزئبق المساوي الى ضيق أو ثلث أربع أو خمس العمود الذي يعادل ضغط  
الكرة الهوائية

واذا افترضنا الى عشرة أمتار ارتفاع عمود الماء المساوي لضغط الكرة الهوائية  
المتوسط فيصير هذا الضغط كيلوغراماً يستقيم من السطح المضغوط وبالجملة  
اذا كان السطح قابلاً لضغط ٢ و ٣ و ٤ من الانضغاطات الهوائية فيحمل

كل سنتيمتر مربع من هذا السطح ٣,٢٢ و٤ كيلوغرام من الضغط ونرى في الملاحظات البارومترية المعدة لقياس الارتفاعات مع الاحكام انه يلزم اعتبار تغيرات الترمومتر (اي ميزان الحرارة والبرودة) والى الآن لم تذكر سوى سائل سيال بحدده وبقي علينا الكلام على سائلين سيالين يختلفان في النقل الخاص فلاجل بيان ذلك نقول ان الاثقل من هذين السائلين يوضع في الجزء الاسفل طبعا والاخف منهما يعلو فوقه ويكون اقترانهما معينا بطبقة أفقية في جميع قعتهما

ولناخذ لذلك مثلاً اختلاط الهواء الجوي مع غاز الحمض الكرونيكي فنقول ان غاز الحمض الكرونيكي هو السائل السيلال الذي يتصاعد الى فواقع عديدة حتى سكبنا فيه عدة مواج كالنيذذي الرغوة وكينيد الشنانيا والبوظة وكبعض المياه المعدنية ويستخرج هذا الغاز ايضا من الطباشير ومن كثير من الجواهر المعدنية وهو أثقل من الهواء الجوي وبهذا السبب متى انفصل فيوضع دائما تحت الهواء الجوي ويعرف هذا الغاز مع السهولة حيث انه يقتل الحيوانات التي تنسمه ويطنى الشموع التي توضع فيه

ويوجد عدة مغارات كغارة الكلب المشهورة بقرب نابل تحتوي على كمية من الغاز الكرونيكي فاذا وقف الانسان مستقيما فيها فانه يرتفع فوق طبقة التسوية التي تفرق هذا الغاز من الهواء المعتاد وينفس بدون ضرر بل واذا كان معه شمعة فاتها تنور كالعادة بدون مانع ولكن اذا نزل الشمعة بحيث تدخل في الطبقات السفلى الممتلئة بالغاز الكرونيكي فانها تنطفئ في الحال وكذلك اذا نزل هو بنفسه في هذه الطبقة فانه يغشى عليه في الحال ويحصل الاسفكسيا ومثل هذا التأثير يحصل للحيوانات ذوات الاربع القصيرة القامة التي لا يمكنها التنفس فوق للطبقة السفلى من الحمض الغاز الكرونيكي وهذا بعينه هو الذي يحصل حقيقة في مغارة الكلب المسماة بهذا الاسم نظر هذا التأثير وبالجملة فان السوائل السيلالة تكون مع بعضها كالمواج العادية مختلفة



في النقل ويمكن تقريب هذه السوايل على مقتضى تلك القواعد وقد يعمل  
الكيمائيون مثل هذه العمليات في كل وقت من الاوقات بواسطة المدن  
الاروپية ومايتسكي

ولتسكلم الآن على توازن الاجسام التي تعوم في السوايل السائلة فنقول  
ان شروط التوازن والثبات تكون هنا مثل شروط توازن الاجسام التي تعوم  
في السوايل العادية وثباتها أعني انه يلزم (اولا) ان ثقل الجسم العوام يساوي  
ثقل هذا الغاز الحال هو محله (ثانيا) ان مركز ثقل الاجسام العوامة ومركز  
ثقل الغاز المستعوض يكون على خط واحد منتصب وبالجمله يلزم لاجل  
الثبات أن يكون مركز ثقل الجسم العوام تحت هذه النقطة المشهورة المسماة  
بنقطة تحت المركز

والى الآن لم نعرف اى جسم من الاجسام الصلبة يكون أخف بنفسه من  
الهواء الكروى ولكن اذا حصرنا غازا آخر أخف من الهواء في ملف صلب  
فيستكون عن الجميع جسم أخف من الهواء العادى وهذا مايسمى بقبة  
الهواء

ومنى كانت القبة الهوائية أخف من الهواء الكروى على سطح الارض فانها  
ترتفع الى النقطة التي يكون فيها طبقة الهواء المستعوضة ثقل كتلتها  
فيئند تسكن القبة متى كان مركز ثقلها متناسب الوضع ولنتظر كيف صارت  
شروط التوازن والثبات في صناعة القباب المعتادة فنقول

ان الطريقة في صناعة هذه القباب هي كوتنا ننفخ ملقمان الحرير المصغ  
بأخف الغازات وهو الغاز الادروچينى (اى اصل الماء) وبهذه الكيفية نصنع  
كرة ا- شكل ٤ ونلقها في الخيط الذي يتعلق بأسفله القارب الذي  
تقدم فيه الناس الذين يريدون الصعود في القبة فيناه على ذلك اذا كان ثقل  
هذه القبة أثقل من ثقل الهواء المستعوض فانها ترتفع وحيث كانت منتظمة  
باتتظر الى محور منتصب فانها تصعد صعودا عموديا وحيث كان ثقل  
القارب والناس الذين يصعدون فيه عظيما بالنسبة لثقل الغاز الادروچينى

فيكون مركز ثقل القبة قريباً من القارب في نقطة  $\gamma$  بخلاف ثقل الهواء المستعوض فإنه يكون في نقطة  $\mu$  قريباً من مركز كرة  $\alpha\beta$  الذي هو  $\theta$  ونعرف أنه متى كان القارب مائلاً يسيراً جهة الشمال مثلاً فإن خط  $\theta\delta$  العامودي شكل  $\theta$  يبين لنا القوة التي تدفع القبة من أسفل إلى أعلا وخط  $\gamma\phi$  يبين لنا القوة التي تدفعها من أعلا إلى أسفل وكل من هاتين القوتين يميل إلى اعتدال القبة وبذلك يحصل النبات فلذا كلما ارتفعت القبة الطيارة في الهواء كلما يحصل لها توازن من اليمين والشمال على حسب الرياح أو حركة القبة فإنها تستعد إلى أخذ التوازن دائماً

ومتى أراد الانسان الصعود في الجو خلف توازن القبة الهوائية فإنه يرى من قارب القبة جزءاً من الصابورة الموضوعة فيه وإذا أراد النزول فيخرج جزءاً من الغاز الذي في هذه القبة ومعرفة هذين التأثيرين سهلة وقد استعمل مسيو جيلوسالك ومسيو بيوت القبة الهوائية في قياس اعتدال الهواء وكثافته على ارتفاعات كبيرة جداً بواسطة الترمومتر والبارومتر

وقد استعملوا في ابتداء تعصب القرن ساوية هذه القبة لتعديد حركات جيوش الأعداء ومواقعها بأن يلاحظوها من قارب القبة بالآلات محكمة وبلقون في جميع المحلات تذاكر صغيرة تشتمل على الاخبار اليومية لكي يبينوا جميع تلك المواضع والحركات

ولتسكلم الآن على الطلومبات فنقول ان هذه الطلومبات آلات تستعمل لرفع السوايل أو الغازات بقوة الجذب أو بقوة الدفع ولتنصّل أو لا على الطلومبات المستعملة في رفع السوايل ثم نبعث عن الطلومبات المستعملة في تحريك الغاز وكل طلومبة من هذه الطلومبات كآلة عن اسطوانة مقعرة تنزل بأسفلها في السائل المراد رفعه والاسطوانة القصيرة الممتلئة التي تسحب بالمكبس تتعلق مع الضبط في جزء هذه الاسطوانة المسمى بجسم الطلومبة

ويمكن القضيبة المثبت في المكاس أن يرفعه وينزله مهتماً أراد وبالجملية يظهر لنا  
المكاس قفحة تفتح وتغلق بحركة الغطاء المسمى باللوب الصغير الصمام  
ومنى قفحة السدادة فان جزءى الاسطوانة المنفصلين بالمكاس يتصلان  
ببعضهما واذا اغلقت فانهما يقتربان عن بعضهما بالكلية بالمكاس وهذه  
التنبهات الاولية تكفى في بيان حركة الطلومبات على السوايل

وقديؤثر الثقل الجوى في الاجسام الموضوعة على سطح الارض ضغطا  
مساويا تقريباً للثقل الذى تحمله هذه الاجسام اذا قطع عنها على حين عقلة  
الهواء الجوى واستعوض بعمود من الماء قدر ارتفاعه عشرة أمتار وثلاث

١٠ ١/٤

واذا كان جسم الطلومبة غاطساً بعمقه الاسفل في سائل من السوايل وفرضنا  
ان المكاس بمن اولا سطح هذا السائل لاجل السهولة فما الذى يحصل اذا  
رفعنا هذا المكاس بقوة واقعة على قضيبه

واذا سكن السائل فيسكون فراغ كامل بين المكاس وهذا السائل فلذلك  
لا يمكن لاي ضغط في داخل الاسطوانة أن يجرى زيادة على جزء السائل ولكن  
يكون الجزء الذى يوجد خارج الاسطوانة عرضة للانضغاطات الجوى على  
مقتضى قوانين التوازن التى وضعناها سابقاً وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع  
السائل في الاسطوانة بالتدريج شيئاً فشيئاً الى أن يكون فيما على ارتفاع  
مساو لضغط الكرة الجوىة واذا فرضنا ان الامر محتاج لرفع الماء  
ولاحظنا بالبارومتر التى بها عمود من الماء ارتفاع هذا العمود وقت تحريك  
الطلومبة التى نستعملها فان الماء الذى يرتفع في الاسطوانة لم يكن متوازياً  
مع الانضغاط الجوى الا اذا ارتفع الى ارتفاع مساو لهذا العمود أعنى يساوى  
تقريباً ١٠ أمتار واذا أردنا أن نرفع سائلاً آخر أخف من الماء  
كالماء مثلاً فينبغى لهذا السائل أن يكون متوازياً مع ضغط الكرة الظاهر  
ان يكون اعلا منه ويصعد ارتفاع عموده الكلى في البارومتر الملاحظة في ذلك  
الوقت

وإذا استعملنا الطولية في رفع سائل آخر أثقل من الماء كالزئبق مثلا فإنه يرتفع قليلا في الاسطوانة ولم يبلغ عمود هذا السائل المعدني سوى ٧٦ ستيغرا من الارتفاع وذلك إذا كان على ارتفاع تسوية البحر باعتدال مثل اعتدال الثلج الذائب

وعلى مقتضى ذلك يظهر انما إذا رفعنا المكاس الى أعلا فان السائل يتبع حركته الى حد معلوم يتعلق بالنقل الخاص للسائل ولكن مهما كان الارتفاع الذي يصعد به المكاس خلف هذا الحد فإنه لا يمكن للسائل أن يبلغ نهايته في الارتفاع بل أنه يكتسب كذا وهذا الحد الذي يمكن تحصيله من حركة الطولية التي لا تستعمل الا بالجذب وهذه الطريقة تسمى بالطولية الجاذبة

وقد عرفنا استعمال الطولية الجاذبة من منذ عدة قرون من غير أن نعرف صحة نتائجها ومناضعها وكانوا يفرضون بالزعم ان الطبيعة تبغض الفراغ فلهذا كانت السوائل ترتفع في جسم الطولية متى صعد المكاس فيها لكي علا هذا الفراغ ولكن كيف كانت الطبيعة تبغض الفراغ إذا كان ارتفاع هذا الفراغ في الطوليات المائبة قدر  $\frac{1}{10}$  أمتار وكيف تزول هذه الكراهية إذا تجاوز  $\frac{1}{10}$  أمتار وكيف كانت الطبيعة ايضا لا تبغض الفراغ الا إذا لم يكن له اكثر من ٧٦ ستيغرا من الارتفاع في الطوليات الزئبقية وكيف تقطع هذه الكراهية إذا تجاوز الارتفاع ٧٦ ستيغرا من الارتفاع فكل هذا يعتمد من ضلالات علم الطبيعة القديمة ومن حالة الجهل التي كان يوجد فيها هذا الجزء من الديكائيكه حتى انهم كانوا لا يعرفون وقتئذ للهواء الكروي تغلب عليه مع القوة والشدة كما كان النقل الخاص يجذب الاجسام الثقيلة كالحديد والرماض وأما الآن ففضلا عن كونهم يعرفون أن الهواء جسم ثقل قط صارت معرفة ثقل هذا الهواء مطمح نظر العالمة في كل وقت وحين وكذلك صارت الناس الذين لم يكونوا كلفين في المعارف يعرفون الآلة التي تستعمل لقياس هذا الثقل ويريدون عليها الآن عدة حوادث

تعلق بتغير الايام وتقلب القصول

وقد استعملوا من ابداء بعض السنين كثيرا من تلك الحوادث وأخذوا  
الضغط الذي يحدثه الهواء الكروي وحدة قياس الانضغاطات الصغيرة  
الحاصلة في الآلات البخارية وحيث اتساذ كرنا ذلك فيما تقدم حينها هذه  
الانضغاطات وعبرنا عنها برقم ١ و ٢ و ٣ و ٤ من الانضغاطات الجوية  
حتى ان الشغال الذي كان يدبر نار الآلة الصغيرة الضغط والشخص المتوط  
بتنظيفها وازالة أوساخها يعرف على اى درجة من الهواء الجوي يرتفع ضغط  
هذه الآلة منع انه قبل ذلك بثلاثة قرون كان أعظم الفلاسفة لا يعرف شيأ  
من ذلك فيتقدم العلوم انتقلت المعارف من الرتب العليا الى الرتب السفلى  
وانسعت دائرة المعارف عند جميع الملل وصارت وسائط الانسان تزداد  
مع ازدياد معارفه وصارت تنشر المعرفة الغزيرة منافع جديدة على الدوام  
وهالك بعض تفاصيل تخص الطوليات الجاذبية من أجزاء العملية مثلا عوضا  
عن كوتنا لانستعمل ( لوحة ٥ شكل ٦ ) الاسطوانة متحدة الغلظ  
في جميع جهاتها وجدنا من الوفرة تنقص قطرها جزء ١١ الاسفل الذي لا ينبغي  
للمكبس أن يتحرك فيه ويسى هذا الجزء الضيق بقصة الجذب وأما الجزء  
الاعلى الذي هو سـ العريض الذي يتحرك فيه المكبس فيسمى بجسم  
الطولية الحقيقى

وقد تكون قصة الجذب متسعة من أسفها في نقطة هـ لكى يسهل على الماء  
الظاهر الدخول وقد اهتموا غاية الاهتمام في فتح هذا المدخل بلوح من حديد  
منقوب عدة ثقوب لكى يمنع القاذورات أو الاجسام الصلبة التى تكون  
في ماء الحوض خوفا من أن تصعد في قصة الجذب وتسبب سدادا في  
منه ضـه وقد تكون الاسطوانتان محزرتين بصماى شـث ومحزورتين  
بالر يمان أو بخزوق البر يمان ويكونان مقترتين بجسم قابل للضغط كالخلد  
لكى يسدّا مع الاحكام الخلالات الصغيرة التى توجد بين الاجزاء الصلبة  
الموجودة فى التبيتين

وقد تكون سدادة خضه محزنة في حاجز مستو على ارتفاع اجتماع جسم الطولية مع قصبة الجذب ويكون مكباس ح ملقوفا بقطع من الجلد بحيث ينطبق انطباقا محكما مهما أمكن بقليل من الاحتكاك على جسم الطولية بخلاف ما اذا كان المكباس من خشب فقط ويستعملون في بعض الطوليات مكباس من نحاس

وقد تكون الفتحة داخل المكباس قليلة العرض بقدر ما يكون المكباس قليل الحجم وبناء على ذلك يكون قطر هذه الفتحة أصغر من قطر جسم الطولية لكن متى أرتفعت السدادة بمعنى أنها لا ترفع إلا بقدر النصف فيكون اتساع الفتحة ضيقا أيضا فلذا كان عمود الماء الذي يشق المكباس أصغر من عمود جسم الطولية المائية

وبالجمله يمكن لنا ان نعطي لقصبة الجذب قطرا أصغر من قطر جسم الطولية من غير أن يكون الماء المرفوع مجبوراً على تقدم سرعته عند مروره في المكباس

واذا اردنا تحريرك الآلة الان فنقول انه ينبغي لنا ان نأول ان قرض بان المكباس يكون في نقطته السفلى وفي حالة السكون حينئذ تكون السدادات مغلوقة بقس ثقلها الخاص فمن اجل ذلك تمد قضيب المكباس من أسفل الى اعلا لكي نرفع هذا المكباس فعند ذلك يصعد الماء في قصبة الجذب اذا كانت هذه القصبة ممتلئة قبل اذن بالهواء ويصعد الماء بحيث يجبر الهواء على ان لا يشغل سوى مسافة واحدة لكي لا يحصل منه سوى انضغاط مساو للانضغاط الذي كان يجريه سابقا ووازن الانضغاط الظاهر الحاصل من الكرة الهوائية ولتنزل المكباس الان فنقول بمجرد ما يخرج الهواء الموضوع تحت هذا المكباس في جسم الطولية في وسط المكباس الذي يرفع السدادة فإنه يخلص من كمية من الهواء تساوي سيرا المكباس

واذا رفعنا المكباس وزلناه ثانية فاننا نرفع بالتوالي عمود الماء وتنقص كمية الهواء المنحصرة في قصبة الجذب وفي الجزء الاسفل من جسم الطولية وعند ما خرج

الهواء المحصور في هذه الاتساعات فيشق الماء المكباس الذي يرفع  
السدادات

والطلومية الجاذبة التي ذكرناها عيوب ينبغي بيانها اذ من المستحيل أن يكون  
اجتماع القصبات صحيحا جدا بحيث لا يمكن للهواء الخارج في الدخول فيه  
وقت الجذب فاذا لم يكن جلد المكباس طريا بالكلية فانه لا يتحد مع جسم  
الطلومية ويمنع الهواء الذي يمر من جزء جسم الطلومية الاعلى الى جزءه  
الاسفل وقوع الجذب وحصوله ويزداد هذا الضرر اذا لم تتحرك الطلوميات  
دائما ونشف الجلود بتأثير الحرارة الكبيرة فعلى ذلك يجب علينا قبل استعمال  
الطلومية ان نصب بجله من الماء على المكباس بحيث يدخل هذا الماء في جميع  
الجلود وينفتحها

وفي وقت تحريك الطلومية يصعد الماء المجدوب بسرعة ناشئة عن ضغط الهواء  
الكروي فعلى ذلك اذا تجاوزت سرعة المكباس سرعة السائل فيكون فراغ بين  
السائل وهذا المكباس ويزداد هذا الفراغ في كل جذبة ويزداد في الاسترخ  
كثيرا حتى لا يمكن للمكباس عند نزوله الوصول الى عمود الماء فلهذا اذا اردنا  
نزع الماء مع سرعة كبيرة فنهي الحال باتا لاتخرج منه شيا

وكلامنا الى الآن فيما اذا كان جسم الطلومية وقصبة الجذب عموديين واما  
اذا كانا مائلين يلزم أن نحسب في حساب الانضغاطات وفي جذب الماء  
الارتفاعات العمودية غير ان مدة صعود الماء وتحريك الطلومية يزيدان كلما  
كانت قصبة الجذب وجسم الطلومية مائلين زيادة

وقد توجب الحدود المنصورة التي لا يمكن بدونها رفع المياه بواسطة الطلومية  
الجاذبة استعمال الطلومية الكابسة في كثير من الاحوال

ولتسكلم الآن على الطلوميات الكابسة فنقول ان في حركة الطلومية الجاذبة  
التي تكلمنا عليها يكون جسم الطلومية ومكباسها بالضرورة فوق سطح الماء  
المراد رفعه واما في الطلومية الكابسة البسيطة فيكون جسم الطلومية  
والسدادات والمكباس تحت التسوية

واذا نزل المكاس من الماء في وسط فتحة هذا المكاس وسداده لكي يساوى مع الماء الظاهر واذا صعد غلقت هذه السدادة وانضغط الماء الذي فوقه الى اعلا

وبالجملة فتتأرجح الطلوبة الجاذبة والطلوبة الكاسية تختلف عن بعضها اما الاولى فانها لا ترفع الماء اكثر من عشرة امتار  $\frac{1}{10}$  واما الثانية فانها ترفع الماء الى جميع الارتفاعات على حسب الارادة

وهناك طريقة عمل الطلوبة الكاسية البسيطة التي يكون في مكاسها فتحة فتقول لوحة ٥ شكل ٧ و ٨

ان المكاس فيها يشابه مكاس الطلوبة الجاذبة غير ان قصبته تكون من أسفل عوضا عن أن تكون من اعلى وقد يكون هذا القصب مثبتا على عارضة البرواز السفلى المتحركة بقضيب عمودي مثبت على عارضته العليا

وتثبت على جسم طلوبة ث قصبه ارتفاع ب المتقاس بالذراع بحيث يكون قضيب ث الاعلا على سمت محور جسم الطلوبة وقد يجتمع جسم الطلوبة وقصبه الجذب بواسطة حروف البريمات واللواب باطواق تفرقها فريدتان من الجلد كما ذكرناه في وصف الطلومات الجاذبة

ويلزم ان تكون سدادة سم مثبتة في اعلا جسم الطلوبة فوق المكاس لانتحه كافي الطلوبة الجاذبة ا

وحيث كانت هذه السدادة تغلق متى نزل المكاس فان الماء المرفوع اكثر من هذه السدادة بواسطة الكبس لا يمكن نزوله ثانيا وانما كل ضربة من المكاس تنفذ منه شيئا فشيئا والكمية المرفوعة مع كل ضربة من المكاس تساوى الج المعبر عنه بقطع جسم الطلوبة المساوى الارتفاع الذي يقطعه المكاس في كل مرة

ولكن الارتفاعات سواء كانت في وسط النحافات السدادات أو بين جسم الطلوبة والمكاس فانها تنقص هذه النتيجة قصاينا

وقد تكون المقاومات التي تحصل لحركة السائل قليلة كلما كبرت فتحات



السدادات بالنسبة لجسم الطلومية

ولتسكلم على الطلومية الكايمة البسيطة ذات المكباس المتلى  
(لوحة ٥ شكل ٩)

نفرض ان في جسم طلومية ن العمودى يتحرك مكباس ح المتلى  
المتحرك بقضيب عمودى وفرض ايضا ان قصبه م ن المنحنية تكون  
اقصية في نقطة م في الجزء الذى يفتح في جسم الطلومية وتكون  
عامودية من اعلى

وقد تمنع سداة ض نزول الماء الذى يرتفع في قصبه ن وتمنع سداة  
س المثبتة في أسفل جسم الطلومية الماء المرفوع في هذا الجسم عن النزول  
من نزل المكباس

وقد تكون السداتان والمكباس تحت تسوية الماء المراد رفعه (اولا) اذا  
ارتفع المكباس فالما يرفع بالنسبة للضغط الكروى الظاهرى سداة س  
ويدخل في جسم الطلومية وكذلك في جزء م الافقى لمخينة سداة ض  
المضغوطة بالماء المجموع في ن وبثقل الهواء الكروى تغلق وتمنع الماء  
المرتفع في ن من النزول ثانيا اذا نزل مكباس ح فسداة س  
تغلق بتأثير الانضغاط الحاصل من الماء المرتفع في جسم الطلومية ومن  
المكباس الكباس ل بحيث ان الماء الذى لا يمكنه الخروج من سداة س  
المضغوطة بالمكباس يفتح سداة ض ويرتفع في انبوبة د

وقد تساوى كمية الماء المرتفع بكل ضربات المكباس بقطع النظر عن  
جميع الخسارات الناشئة عن اجراء هذه الآلة حجم مقطع جسم الطلومية وهذا  
المقطع يساوى الارتفاع الذى يقطعه المكباس في كل ضربة كما في الحالة  
السابقة

وانتسكلم الآن على الطلومية الجاذبة الضاغطة (لوحة ٥ شكل ١٠)  
فقول اننا اذا اخذنا هذه الآلة وركبناها فوق سطح الماء المراد رفعه واعتيننا  
بذلك الجزء الاسفل من جسم الطلومية بقصبه تنزل تحت هذا السطح فيتحصل

معنا الطلومية الجاذبة الكابسة

ومنى صنعنا الانايب واجسام الطلومية من المعادن فالتا تعمل قسبة الجذب  
تارة من قطعة واحدة مفتوحة من أسفل وتارة من قطعتين يكون اسفلهما  
على شكل مخروط ناقص وتكون الالتصامات هنا كما في الاوصاف  
المقدمة

وينبغي تنظيم حركة المكاس في الطلوميات الجاذبة الكابسة بحيث لا يستدعي  
المكاس عند نزوله مجرى قسبة الجذب بالكلية لانه اذا لم يكن هناك هوا بين  
المكاس وسدادة منه ربما سدد المكاس عند مس هذه السدادة فوق ثقل  
الضغط الجوي فلهذا يلزم أن نذكر التفتيه والتوضيح التفتيس المنسوب الى  
مسيو بيليدور حيث قال ان الطلومية ربما وقفت دفعة واحدة من غير  
ان نعرف لذلك سببا ونحلها عتمة مرات بدون ان تقف لها على عيب مطلقا  
ولانشك في كونها عادمة الحركة

وذلك أن الطلومية الجاذبة الكابسة لكي تكون كاملة يلزم ان تستدعي  
رفع المكاس قوة اكبر من القوة التي ينزل بها ويندر أن تكون الطلوميات  
متعادلة فلهذا اذا انزلنا طلوميتين متشابهتين يتحركان بحركة واحدة على التوالي  
فان احد المكاسين يصعد والاخر ينزل ويحصل هذا الترتيب مع الفائدة  
في الطلوميات البخارية

وقد تجنب طلومية بيليدور كالطلومية المقدمة (لوحة ٥ شكل ١١)  
ضرر الفراغ الواقع بين المكاس وسدادة الارتفاع لما ان قسبة الارتفاع  
عوضا عن أن تكون موضوعة في اسفل جسم الطلومية كما في الطلومية  
الجاذبة الكابسة المعتادة تكون منضعة الى الجزء الاعلى من جسم الطلومية  
ويكون المكاس مثقوبا بحيث يحصر مهمما امكن مرور الماء وهو  
في المعادن وفيه في الغالب لولبان يشايبك

وقد يكون جسم الطلومية مستورا بلوح من حديد السبعة  
معادن في وسطه طوق من هذا المعدن وفي وسط هذا الطوق يمر قضيب

## المكبـاس

وهذا القضيـب يـزقـى وسط عـدة لـقـات من الجـلد مـغطـاة بـجـلقة ومـضـغوطة بالـلـوالب

ثم ان منع الماء عن الخروج من ثقب القاعدة العليا من الاسطوانة التي يـزقـى فيها قضيب المكباس يترتب عنه ضرر عظيم ينقص نتائج الطلومبة وعندما تتحرك هذه الآلة يوجد فيها فائدة عظيمة وهي أن يكون مكباسها بين مائتين وبناء على ذلك لا يمكن للهواء الدخول في جسم الطلومبة بهذا المكباس كما يحصل غالباً في الطلومبات الجاذبة الكابسة المعتادة

ولتسكـم الآن على الطلومبات الجاذبة الكابسة ذات المكباس المنعكس فنقول ان جسم الطلومبة يكون مفتوحاً من أسفله ويتحرك فيها المكباس من أسفل وتؤدي الانبوبة الجانبية الماء للطلومبة وتكون سداً للجلد موضوعاً على الحاجر الذي يضم جسم الطلومبة الى الحوض وهذه الآلة اصعب من الآلة التي يكون فيها المكباس مستقيماً لما انها تحتاج الى بـرواز من الحديد المصقوع على قضيب المكباس لكي يحركه ولا يسوغ لنا أن نرجح هذه الآلة على الآلات التي عرفناها هنا

وفي جميع الطلومبات المتنوعة التي ذكرناها لا يمكن خروج الماء من اعلا الانبوبة الصاعدة الا بمسافات مدة احدى حركات المكباس المتوالية

مثلاً الطلومبات الجاذبة البسيطة يتفرغ ماؤها حتى يرتفع المكباس ويقطع انصباب الماء بمجرد نزول هذا المكباس ومثل ذلك في الطلومبات الكابسة البسيطة والطلومبات الجاذبة الكابسة التي يتحرك مكباسها من أسفل الى أعلى وبـعـكـس ذلك في الطلومبات التي يتحرك فيها المكباس من اعلا الى أسفل فانها تحدث الانصباب متى نزل المكباس وتكون هذه التعاقبات مضرّة في كثير من الاحوال لما انها تطلب قوة محركة غير متساوية تزداد عند خروج الماء اكثر من وقوفه

ولجـب هـذا الخلل ووجدت ثلاث وسائط متنوعة (الاولى) ان نضع

في الطلومبات



في بعض الاوقات نهايته الكبرى كما يحصل في الاوقات التي يكون فيها هوا-  
الآتية مضغوطا جدا فبناء على ذلك يحتاج لقوة عظيمة في رفع الماء ثانيا  
ولتسكلم الآن على تركيب جسم الطلومبات المنضمة الى قصبة ارتفاع  
واحدة فنقول ان ترى في (شكل ١٣ لوحة ٥) جسمي الطلومبة  
الكتابة المعبر عنه بحرفي م ن المثبتين بحسب الآلة المعتادة  
على قصبة ت القلوقة المسماة بلغة العامة بالسراويل لمسايتها لهذا  
النوع من الملابس وحرف ه يعبر عنه بقصبة الارتفاع ويكون جسمها  
الطلومبة متوازيين بحيث يرتفع احد المكاسين اذا نزل الآخر وبالجملة  
يوجد على الدوام ماء مضغوط جهة الاعلى ويخرج دائما من الجزء الاعلى  
من قصبة الارتفاع

وفي بعض الاوقات عوضا عن ان يكون جسمها الطلومبة بجذاء بعضها يكون  
احدهما فوق الآخر ويكونان مثبتين بقضبان على عارضي برواز  
من الحديد

ولتسكلم على طلومبة تزوكينك (لوحة ٥ شكل ١٤) فنقول ان  
حرف ح هو في هذه الآلة جسم الطلومبة الاصل و د هو جسم الطلومبة  
الثاني وقطره اصغر من الاول وتنضم قضبان المكاسين المتحركة في جسمي  
الطلومبة في نقطة خ غ بواسطة عوارض ويكون مكاس جسم الطلومبة  
الاكبر ذ الواب والاخر ممثلي ومتى صعدت المكاس يرتفع الماء الاسفل  
المتضاعف المجدوب ويضغط المكاس الاكبر الماء الذي مر فيه قبل اذ متى  
نزلت تلك المكاس يلزم ان يرتفع ماء جسم الطلومبة الاصغر في المكاس  
الاكبر وبناء على ذلك يلزم ان يرتفع الماء في جميع الاحوال على الدوام  
ويستعملون في جانب السفن الكبيرة الطلومبات المتضاعفة المكاس التي ذكر  
تفصيلها في لوحة ٦ شكل ١ و ٢ و ٣ ا ه ه ف د ويدل  
كل من شكل ١ و ٢ على ارتفاع جسم الطلومبة الذي يظهر من جهتين  
على شكل الزاوية القائمة وتدل سداة ض (شكل ١) على ما يسمى

بالبسطة (أي قياس المواقيع) التي يمكن رفعها وهي منقوبة ومغطاة بسدادتين مستديرتين نصف استدارة وحرفاً  $\Gamma$   $\chi$  هما المكاسان ويمر قضيب المكاس الاسفل في وسط المكاس الاعلى في قبة مستديرة تتعشق مع هذا القضيب وتحرك ملوى  $\Gamma$   $\Gamma$  عمود  $\Gamma$  الذي يحمل زاوية عارضة  $\Gamma$  التي على طرفها ويثبت طرف قضيب المكاسين بواسطة حلقة واذا اعطينا الى الملوى حركة الذهاب والاياب فيرتفع احد ذراعي العارضة متى نزل الاخر وبناء على ذلك ينزل احد المكاسين متى ارتفع الاخر وذلك كله في حركة الطلومبة ذات المكاس المتضاعف

ويدل شكل ٣ على مقطع المكاسين بقياس كبير جداً واشكال  $\Gamma$   $\Gamma$  و  $\Gamma$  و  $\Gamma$  تدل على بسطة  $\Gamma$  المذكورة (في شكل  $\Gamma$ ) ويدل  $\Gamma$  على المقطع الرأسى المصنوع بمحور البسطة و  $\Gamma$  تدل على الرسامة الاقية التي فوق البسطة و  $\Gamma$  تدل على قطعة البسطة الحاملة للسدادات و  $\Gamma$  تدل على نفس هذه القطعة الموجود فيها لولبان واشكال  $\Gamma$   $\Gamma$  و  $\Gamma$  و  $\Gamma$  تبين لنا تفاصيل المكاس  $\Gamma$   $\Gamma$  هو الجزء المتوسط الذي يستعمل لحفظ الجلد و  $\Gamma$  هو الجزء الاعلام من المكاس الحامل للسدادتين و  $\Gamma$  هو الجزء الاسفل من المكاس

وفي اسفل جسم الطلومبة كما هو مذكور (في شكل  $\Gamma$  و  $\Gamma$ ) تعلق قبة الجذب ويجزأ ما يرتفع الماء فانه يخرج من قبة و المستديرة شكل  $\Gamma$  و  $\Gamma$  ومن المعلوم ان هذه الطلومبة وان كانت تقتضى الاهتمام التام في عملها الا انها تحدث نتائج عظيمة

وشكل ٦ لوحة ٦ يدل على الطلومبة الجاذبة ذات المكاس الدوار مع محور افقي ينسب لبراماه وجسم الطلومبة هو كناية عن اسطوانة مستديرة يكون محورها أقبوا قاعدتها الاسطوانة تكون من الالواح المعدنية الداخلة في الاطراف على محيط الاسطوانة وبين مجموع قواعد الاسطوانات ونفس الاسطوانات يوجد دوائر من الجلد لمنع مرور الماء والهواء وقد يكون

مكبس  $\gamma$   $\delta$  الدوائر من الجناحين المتبئين على المحور فوق  $\delta$  كل منهما  
سدادة ويكون حاجز  $\psi$  الافقي معيناً لفصل الجزء الشمالى من الجزء  
اليمنى فى الاسطوانة تحت المكبس وبناء على ذلك اذ ارفعنا ونزلنا على التعاقب  
يمين المكبس وشماله اعنى اذ انزل يمين  $\gamma$  فان سدادة هذه الجهة ترتفع  
وتغلق من الجهة المقابلة بضغط السائل الداخلى فى الجزء الاعلى وينقل  
السائل الذى جهة  $\gamma$  فى جزء  $\delta$  الاعلى وبعد ذلك اذ ادورنا المكبس  
بالعكس سدادة  $\gamma$  تفتح وسدادة  $\delta$  تغلق بعكس ما تقدم ويرتفع  
الماء المرفوع بقصبة رأسية

ويبين لنا كل من شكل ٤ و ٥ استعمال الطلمبة المتقدمة كاستعمال  
طلمبة الحريق التى يتحرك فيها المكبس بملوى م م المضاعفة التى  
يرفعها الانسان وينزلها معها اراد وتكون الطلمبة موضوعة على احد  
طرفى برميل الماء ويكون الطرف الاخر ممثلاً بالماء الذى تستغل به الطلمبة  
ونرى محزناً من الهواء معبراً عنه بحرف ر موضوعاً فوق الاسطوانة  
يستعمل فى دوام حركة الطلمبة ويكون البرميل المجهز بملقاته محمولا  
على عربة ذات اربع عجلات

وقد تصنع طريقة الاسعافات اللازمة للحريق فى بلاد انكلترة باهتمام مخصوص  
بمعنى ان لها اناسا منوطين بها ارباب امانة بحيث يكون معهم الطلمبات  
ولو اوزنها محمولة على عربات ومجرورة بخيول معدة لذلك

ويوجد فى الانايب المستعملة لتوصيل المياه بمدينة لوندرة انايب صغيرة  
رأسية ترتفع الى سمت البلاط الذى تغلق فيه هذه الانايب بغطاء ذى لولب  
يرفع على حسب الارادة ويوجد بريمة مثقوبة فى نهاية انبوبة الجلد الداخلة  
فى الحوض على رأس الانبوبة فى محل الغطاء وينزل الماء بكثرة بواسطة هذه  
الانبوبة الموضوعة وهذه أعظم طريقة تستعمل لجلب المياه اللازمة لاطفاء  
الحريق ويحبثون فى بلاد انكلترة غالباً الشغل البطيء الصعب الذى يقتضى  
كثيراً من الناس وعادة يعمل هذا الشغل فى بلاد فرنسا بواسطة الدلاء

التي تنقل من يد الى اخرى

وتتركب جميع الطلومبات المعتادة التي تستعملها الانكليز لاطفاء الحريق من جسمي طلومبة ومن حوض واحد وتكون هذه الثلاثة اسطوانية موضوعة على قاعدة اقنية على شكل قائم الزوايا وتحرك آلة الملولى الرافعة التي يحمل ذراعها قوس الدائرة مع سلسلة مزدوجة معلقة في نقطتي قضيب المكابس لكي ترفع المكابس التي تحرك في جسمي الطلومبة وتزلاها بالتعاقب

وقد يميز الماء اللازم الا في من الابوية التي ذكرناها انها في موصل في وسط لوح مستطيل يستعمل مسند الجسم الطلومبة ويفرغ في الجزء الاسفل من جسمي الطلومبة ومن هذا الجزء يضغط في الاسطوانة التي يتكون عنها الاسطوانة الهوائية وقد تنتهي الابوية الرأسية التي تصل الى الجزء الاسفل من الاسطوانة وتشق من اعلا غطاء على شكل الطيلسان الكروي من هذه الاسطوانة بذراع وتأخذ شكلا منحروطا ويمكن اتجاها هذا الخروط ونحوه على حسب الارادة وقد ينقل الماء المضغوط بالطلومبة من فتحة في رأس هذا الخروط ويرتفع في جميع المحلات المختلفة التي يزيد توصيل المياه اليها المعينة لاطفاء الحريق ومتى ضغط الماء المرفوع في جسمي الطلومبة وقت مروره في الحوض فانه يرتفع فوق الجزء الاسفل من ابوية البخ ويضغط عند ارتفاعه الهواء الذي يوجد في الجزء الاعلا من الحوض ومتى كان هذا الهواء مضغوطا فانه يدفع بمروسته خرير ماء الطلومبة وبصيره مستمرا وتكون الآلة التي ذكرناها آتفا متقولة على عربانة مع صندوق أو حوض يكون ممتلا وقت الاحتياج بالماء فالدلاء التي تنقل من يد الى اخرى في اطراف المدينة التي يوجد فيها او بالقرب منها انابيب مثل الانابيب التي ذكرناها

ثم ان طلومبات الحريق التي توجد في بلاد الانكليز تستحق ان تكون ممتازة عن غيرها بتطبيق قوة الناس على حركة الآلة وسبب ذلك ان المحور الافقي يمر في وسط الرافعة التي توصل حركتها المتواليه بمكاسي جسم الطلومبة ولكي تحرك هذا العمود تعلق فيه دائرة تكون ضلعاها الطويلان موازيين للمحور



على هيئة مماسك وتضع رجلين ارتلاثة في كل جهة يحزكون هذه المماسك وزيادة على ذلك تضع رافعتين صغيرتين في طرفي العمود يتهى كل منهما بقوس الدائرة مثل الرافعة الاصلية المستعملة لتحريك مكابس جسم الطلومبة بالتعاقب وتضع على الجزء الاعلا من قوس الدائرة سلسلة صغيرة يعلق في طرفها كرسي انفي موازن للماسك وتكون العساكر المنوطة باطفاء الحريق ماكنة في وسط المحور متكنين بارجلهم على الكرسي من جهة اليمين والشمال ويجعلون بانهم اقرب ثقل جسمهم على احد الكراسي وهذا ما يزيد في تأثير الآلة وهذه الطريقة في استعمال قوة الانسان تطهرها من اعظم الطرق المشهورة ثم ان الآلة باسرها تكون مركبة على اربع عجلات قصيرة وتقل من الخزن الى محل الحريق في عربة فيها سطح مايل به ترتفع وتزل لوازم الطلومبة وحصان واحد يكفي في جر هذه العربة

والطلومبات الانكليزية مزاجا على الطلومبات الفرنسية المستعملة لاطفاء الحريق يجب التنبيه عليها وهوان عمل الشغالة لا يمتد في كونه يرفع بالتعاقب الآلة من جهة أو من جهة أخرى ولا يحتر كها بقوة شديدة ولا ما يضر بحفظها وثقل الشغالة الراكبين على حصان فوق المحور يساعده على ثبات الآلة وينقص الجهود التي تبذل الآلة من جهة الى أخرى ولتزد على ذلك ان السير الذي تبعه الماء المضغوط يكون مستقيما وبالجملة يحصل له في سرعته قليل من الخسارة

ولتسكلم على الطلومبة الهوائية اية آلة الجذب الهوائية فنقول انها تتركب من اسطوانتين رأسيين قطرها واحد يتحرك مكابهما بالجذب ويكون قضيب كل واحد من هذين المكابس مستندا داخل في قوس من الدائرة ومثبتا على طرف الرافعة المتحركة بالمحور وتكون نقطة مسنده في وسط المسافة التي تفرق الاسطوانتين ومن اسفل كل اسطوانة تخرج انبوبة التوصيل التي نصب في كفة انفية وتغطي هذه الكفة بقبة من زجاج تسمى بالآنية والدهن الذي يحيطون به اسفل القبة على الكفة يمنع المرور بين الهواء الداخلي والخارجي

واذا شغلنا الطلومبات بلذب الهواء الموجود تحت الآتية فالتناقص شيئاً  
فشيئاً كمية هذا الهواء وقرعته وهذا ما يسمى عمل الفراغ مجازاً والبارومتر  
الموضوعة تحت الآتية تبين لنا بارتفاع عمود الزئبق الانضغاط الذي يحصل  
من الهواء سواء كان قليل البسط أو كثيره

\*(الدرس الحادى عشر)\*

ولتسكلم الآن على قوة الريح وآلات تجديد الهواء والملاحة وعلى طواحين  
الهواء فنقول

ان قوة الهواء يظهر تأثيرها على جميع قسط الكرة فى كل وقت حيث انه لا يسكن  
فى أى محل الا لحظات قليلة وبقليل اضطراب من الجو اذا كان هنالك مانع  
تحدث قوة يولد عنها بعض حوادث طبيعية قليلة او كثيرة تارة تكون نافعة  
لاشغال الصناعة وتارة تضر بها

وبالنظر لتأثير الريح العام فى الطبيعة نجد انها تحدث نتائج عظيمة وذلك انها  
تتلف جميع المحلات من الابخرة الدبثة التى تجتمع فيها من العفونة وغيرها  
وتجلب فيها هواء جديد نافعا للذوات الروحية اللازم لها هذا الهواء لاجل  
التنفس

ويستفيع الانسان من تغير الجو دائماً حيث انه يجدد بالآلات الهواء الفاسد  
المتجمع فى عتق المراكب وبين قناطرها وقد يكون بعض هذه الآلات مصنوعة  
من اسطوانة من نحاس مفتوحة الجزء الاعلا فتحا عموديا وتوجه الفتحة  
من الجهة التى يأتى منها الريح وللكى يتقاد الهواء الجوى الى القوة التى  
تطلبه فينزى الى الآلة ويتشرب فى انحنى وبين القناطر فيخرج منها الهواء الفاسد  
بالانفاس بصاعد جلة من الاشياء القابلة للعفونة اى القابلة للتخمر وكلما  
كانت اخطار البحر لا تلجئ لسد فتحات السفينة كطافات المدافع ونحوها  
فيلزم فتحها والآلات المعتدة لتجديد الهواء هى التى تتلقى الهواء الجديد من  
جهة الريح وتخرج الهواء القديم الفاسد من الجهة للقابلية

ومن وقت ما عرفت طريقة تجديد الهواء فى المراكب والنظافة الدائمة

يقتصر عدد الامراض الناشئة عن الاسفار البحرية الطويلة قصا ينأى حتى  
 ان عدة امراض مثل الاسكربوط قدت بالكلية من المراكب  
 وتستعمل ايضا آلات تجديد الهواء في عمق المعادن وفي السجن وسكنى الناس  
 في المحلات المقفولة على الدوام احدى الاسباب للامراض المعدية مثل حيات  
 السجن والتيفوس التي تنتشر فيما بعد بين العامة بطريقة مفرعة مهولة  
 وفي الولايات التي تكون فيها قوانين صحة الانسان محترمة مراعى فيها الخواطر  
 ولو في حق المذنبين خصوصا المتهمين الذين لم يثبت عليهم شئ فان لهم ان  
 يستعملوا جميع الوسائط لتجديد الهواء في السجن على الدوام  
 ومن المهم ايضا تجديد هواء الامبتاليات بطريقة صناعية حيث ان الاحتراس  
 لازم بالخصوص فيما اذا كانت جلة من المرضى مجمعة في محل واحد في الجزء  
 الاعلى من الشبائيك تصنع منافذ صغيرة تمكث مفتوحة مدة الليل لكي تخرج  
 منها الغازات المضرة التي هي اخف من الهواء الجوى وكذلك تفتح في الالواح  
 التي يوضع عليها القروش فتحات صغيرة تخرج منها الغازات المضرة القاتلة التي  
 هي اقل من الهواء الجوى فبتأثير ثقلها الطبيعي تخرج من تلك المحلات  
 وللفتحات التي تتركب من الاختساب المتساوية الطول المائلة على حدسوى  
 (المحماة بالمقف) فائدة عظيمة في تحليل قوة الهواء وتجميعها جهة الجزء الاعلا  
 من الاماكن وتجديد الهواء في المحلات التي تغلقها هذه الفتحات  
 ومن المستحسن استعمال جلة من الاشياء التي ذكرناها انفا لاجل تجديد هواء  
 الجوى في محلات الملاعب وفي الجمعيات العامة والمحلات المعدة للمواسم وللرفض  
 ولانواع الملاهي  
 وقد تسبب عن كثرة الحريق في هذه المحلات قعد الهواء الجوى فلذلك يلزم  
 استعمال جميع الوسائط لاستعواض هذا الهواء الفاسد بسبب الحريق  
 وتنفس جميع المتفرجين ولهذا الاستعواض فائدتان الاولى انه يعطى لكل  
 شخص الهواء الصافي النافع للتنفس والثانية انه يقتصر ارتفاع الحرارة في آن  
 واحد التي تزيد بكثر الحريق والتنفس

ولم نقر لهذا الغرض بدون ان تسلك على آلة صغيرة لتجديد الهواء تعلق بعض الاوقات في وسط لوح مربع من زجاج وهي كناية عن دائرة ثابتة تدور في وسطها طارة تكون خطوطها مائلة مسطحة مثل الاجنحة الطاحونة واما ما كان اتجاه الريح فانه يضعف قوتها في كل جناح من هذه الاجنحة المائلة ويدور الطاوة بسرعة كبيرة على مقدار قوته ولا يمكن اجراء هذه الحركة بدون ان يمر الهواء في وسط الاجنحة ويدخل في المحل

واعظم الاستعمالات المهمة بالناساعها وبعض نتائجها في المحل هي استعمال قوة الهواء في الملاحة فاذا اعتبرنا مسلة كملة الانكليز التي تستعمل ١٦٠٠٠٠ رجل في ملاحتها التجارية و ٢٠,٠٠٠ رجل في ملاحتها الجهادية الذي يكون مجموعهما ١٨٠٠٠٠ رجل بجارة من غير ان تدخل في ذلك عدد الصيادين والمسافرين الصغار الذين يجاورون البرور في السير فرى ان كل واحد من ١٨٠٠٠٠ رجل يحدث بمساعدة الهواء ١٥٠٠٠ كيلو غرام مع انه لا يحدث بقوته سوى ٦٠ او ٧٠ كيلو غراما ولا يمكنه ان يجر على عربة سوى ١٥٠ او ٢٠٠ كيلو غرام بالاكثر فاذا ن يكون فرق ٧٠ و ١٥٠ وفي الاكثر ٢٠٠ كيلو غرام الى ١٥٠٠٠ كيلو غرام هي القوة الزائدة على قوته بسبب الهواء ونجد ايضا ان قوة الهواء تضيف الى قوة ١٨٠٠٠٠ رجل بجارة القوة اللازمة لنقل ٢٠٠,٠٠٠ و ٦٦٤,٠٠٠ كيلو غرام الى المسافة المتوسطة المتعلقة بالسيارات التي تقطعها السفينة في مدة سنة كاملة وهذه اعظم نتيجة من الباري (سبحانه وتعالى) على الملاحة في مملكة واحدة ولكن من سوء بخت فرنسا وية لم يكن للتجارة والملاحة في فرنسا تقدم كما في بريطانيا الكبرى فهذا لا يمكن لهم ان يستعيروا من الطبيعة مقدارا جسيما من القوة الطبيعية لاجل استعمالها في نقل المحصولات التجارية وهذا تأخر عظيم في الامول وسبب مضر بعامة الاهالي وقوة المملكة بالنسبة للمملكة الانكليز

وبعد ما بينت لكم فائدة تطبيق قوة الريح على الملاحه لو اردت ان ابين لكم استعمال هذه القوة في المراكب على اختلاف اشكالها تفصيلا على حسب تنوع القلوع والصورى قللت انه يلزم لتوضيح ذلك مجلد كامل يحتوى على جميع تلك التطبيقات وانما اكتفيت بان اعرفكم ان الملاحه بواسطة قوة الريح المحركة في اتجاه واحد يصلون بمعرفتهم الى التقدم وليس ذلك اتجاه الريح الطبيعي قط بل انه يمكنهم التباعد على حسب معرفتهم عن هذا الاتجاه لكي يصنعوا معه زاوية صغيرة ثم زاوية حادة ثم زاوية قائمة ثم زاوية منفرجة وذلك لكي يصعدوا عن اصل الريح ويصنعوا مع اتجاه الريح زاوية اكبر من الزاوية القائمة ومتى صنعت السفينة مع اتجاه الريح الطبيعي الزاوية الكبرى وكذلك الزاوية الصغرى مع الاتجاه المخالف فيقال انها تسافر بقرب الريح اعني انها تقرب من اصل الريح ما يمكن

فبناء على ذلك اذا وضعنا سفينة في اتجاه واحد مثل الخط المستقيم المتقدم وسط مؤخرها الى وسط مقدمها وكان التقدم في الاول فانها تتبع اتجاه الريح وتحول الشوارع عموديا على هذا الاتجاه واذا كانت تلك الشوارع منتظمة مثل السفينة بالنسبة الى السطح العمودي المار من وسط مؤخرها الى وسط مقدمها فلم يكن داع الى تحويل السفينة من اليمين اكثر من الشمال بالنسبة الى اتجاه الريح وبالجمله فانها تتبع نفس هذا الاتجاه وذلك هو السير المستقيم المسمى بالريح الخلفي

واذا فرضنا الان تدوير الدفة بواسطة الجرار الى جهة ما ففي الحال تدور السفينة في الجهة المخالفة وتأخذ طريقا مائلة تتعلق باتجاه الدفة وباتجاه الشوارع فلو كانت قوة الريح تشتغل في جميع الاحوال عموديا على قلع من القلوع لكانت تثقل في اتجاهها الخاص دفعها الى الصارى والى السفينة ايضا واذا كانت قوة الريح تؤثر من جهة في ذلك القلع فانه يلزم تقسيمها الى قسمين احدهما في جهة القلع الذي لا يحدث شيئا بالكلية والاخر في الجهة العمودية التي تحدث للصارى وللسفينة قوة عظيمة

وفي الاتجاه القريب يكون المقدم اقرب من اصل الريح من المؤخر وتكون القلوع ماثلة اكثر من السفينة بالنظر الى اتجاه الريح واذا طرق الريح هذه القلوع فانها تنقسم الى قسمين كما ذكرناه انفا وتنقسم القوة المؤثرة المتحركة عموديا في القلوع الى قسمين آخرين أحدهما يكون عموديا على عرض السفينة ويدفعها عموديا على هذا العرض وهذه حركة تدل على صلابة عظيمة ولهذا السبب تكون ظاهرة قليلا والقسم الثاني يكون متجها بالتوازي على طول السفينة ويحصل له مقاومة ما كبيرة كانت أو صغيرة وبالجمله فانه يقدم السفينة في هذه الجهة اكثر من تأخيرها ياها في الجهة المعترضة ولهذا السبب تتقدم السفينة مع هذا التأخر الذي يسي بالانحراف جهة اتجاه الريح لكن هذا التقدم انما يكون بالميل فعلى ذلك اذا اراد الانسان الانتقال من محل الى اخر مع تتبع خط مستقيم مواز لاتجاه الريح والصعود لنصب هذا الاتجاه فيجب عليه قطع خط مكسر في الجزء الاول بعيد بقدر الامكان عن الخط المرسوم على مقتضى اتجاه الريح ومتى وصل الى ارتفاع وسط هذا الخط الاخير وغير طريقه لكي يأخذ اتجاهها آخر مخالفا لاتجاه الريح لكن من جهة اخرى فان هذا الاتجاه الجديد يوصل بالضرورة الى الطرف الثاني من الخط الذي ارتحل منه فلهذا يمكنه في البحر بواسطة خطين أو أربعة أو ستة وهلم جرا الانتقال من محل الى آخر بالسيرة ضد اتجاه الريح

وايا كانت صورة القلوع فانها تكون على حد سواء في ثقل قوة الريح لتحريك السفينة فبناء على ذلك اذا كان القلع مثلثا ذا اسطح متساوية فان مركز ثقله يكون اعلى من مركز ثقل القلع المربع الذي تكون قاعدته واحدة وبالجمله فان هذا المركز في القلع المثلث يكون موضوعا على ثلث الارتفاع واما في القلع المربع فانه يكون موضوعا في وسط هذا الارتفاع وخلاف ذلك يكون خطر استعمال قوة الريح في القلوع المثلثة اكثر من استعمالها في القلوع المربعة وللقلوع الضيقة المستعملة بالنصوص في المراكب التي تسافر في البحر الابيض المتوسط منفعة عظيمة وهي كونها تبحث في العلو برأسها وتجلب نسيمات الريح القليلة

التي تظهر في اعظم فصل من الفصول في فم الاودية العديدة التي تظهر للملاحين في الارض الجبلية من سواحل البحر الابيض المتوسط في اسبانيا و فرانس و ايطاليا و قرصقة و سردنيا و بلاد اليونان ولكن هذه القلوع اقل سهولة في الحركة و اقل موازنة لسبات السفن كما ذكرنا من القلوع المربعة فلهذا ترى ان مراكب البحر الابيض متى سافرت في بحر صعب مثل لوقيانوس تجرد عن قلوبها المثلثة وتستعوض القلوع المربعة

وعند استعمال السفن الكبيرة يلزم زيادة عدد القلوع فيما لا يكون كبيرا غير مناسب لقوة الناس الذين يستغلون فيها وليس هذا بالنسبة للاوقات الطيبة فقط بل في اثناء القرمطونات الموهلة جدا كذلك

وهذا هو السبب الاصلى الباعث على استعمال اثنين أو ثلاثة أو أربعة من الصواري العمودية بالتوالي بقطع النظر عن الصاري المائل الموضوع على مقدم المركب وهذا هو الباعث ايضا على قسمة كل واحد من هذه الصواري الى جزء أو ثلاثة أو أربعة مع الاستقلال لكل واحد منها بحمل قلعة مع الزوايد الخارجية التي توضع في العين او الشمال ويمكن قلعتها واخراجها على حسب الادارة و بقطع النظر عن هذه القلوع توضع فيها قلوع أخرى فصلا على صورة المثلث او شبه المخرف بين الصواري العمودية وبين الصاري المائل الموضوع على المقدم الذي يسمى بصاري مقدم السفينة

وهذان الفنون الصعبة المحتاجة لكثير من التجارب وامعان النظر مهمما امكن وهو الذي يعرف به الانسان في كل وقت من الاوقات ما القلوع التي يصلح استعمالها لاتجاه مامن الرجح وليسير السفينة في هذا الاتجاه وكذلك يعرف وضعها بالنسبة لاي اتجاه من الرجح وما القلوع التي يلزم ابطاؤها على العكس من ذلك لاجل المداومة على الطريق المعلوم ولاجل تغييرها بشروط محددة ومعرفة هذا الفن مختصة بضباط المراكب الحربية والتجارية لانه يستدعي كثيرا من المعارف النظرية والعملية

وفي كثير من الآلات تستعمل المقاومة التي تحصل للأجسام عند تحركها في الهواء مثل المدبر الذي يمنع الآلة عن اخذ السرعة المضرة في سيرها وأعظم مثل يضرب من هذه التطبيقات هو طيران عثة من آلات تدوير السباح وهذا الطيران يكون من مكان طائفة موضوع على محيطها عثة الواح معدنية صغيرة يكون سطحها المستوى المار بمحور الطارة عموديا على اتجاه حركة هذه الألواح وقت تحرك الطارة ومتى كانت حركة هذه الطارة بطيئة جدا فان المقاومة التي تحصل لهذه الألواح من جهة الهواء لا تظهر الا قليلا ثم تزداد بدرجات سريعة عند ازدياد سرعة الطارة وإذا عبرنا عن درجات السرعة بهذه الأعداد

اعني ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١٣ و ١٤ و ١٥ و ١٦ و ١٧ و ١٨ و ١٩ و ٢٠ و ٢١ و ٢٢ و ٢٣ و ٢٤ و ٢٥ و ٢٦ و ٢٧ و ٢٨ و ٢٩ و ٣٠ و ٣١ و ٣٢ و ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦ و ٣٧ و ٣٨ و ٣٩ و ٤٠ و ٤١ و ٤٢ و ٤٣ و ٤٤ و ٤٥ و ٤٦ و ٤٧ و ٤٨ و ٤٩ و ٥٠ و ٥١ و ٥٢ و ٥٣ و ٥٤ و ٥٥ و ٥٦ و ٥٧ و ٥٨ و ٥٩ و ٦٠ و ٦١ و ٦٢ و ٦٣ و ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ و ٦٧ و ٦٨ و ٦٩ و ٧٠ و ٧١ و ٧٢ و ٧٣ و ٧٤ و ٧٥ و ٧٦ و ٧٧ و ٧٨ و ٧٩ و ٨٠ و ٨١ و ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ و ٨٥ و ٨٦ و ٨٧ و ٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١ و ٩٢ و ٩٣ و ٩٤ و ٩٥ و ٩٦ و ٩٧ و ٩٨ و ٩٩ و ١٠٠ فان هذه الأعداد تدل على المقاومة الحاصلة من هذه الألواح بالنظر الى عدم حركة الهواء ويمكن ان نستنتج من هذه الآلات عدة تطبيقات وسنبينها تفصيلا فتقول

ان قلوب السفينة تحدث تأثيرا يشبه الطائر لكي يمنع اضطراب المركب وانقلابها ويكون هذا الانقلاب اعني الحركة التي تعمل على مقتضى محور افقي متجه من المؤخر الى المتقدم كبيرا متى كانت تلك القلوب متجهة في سطح عمودي على هذا المحور أعني في سطح حركة الانقلاب فينبغي ان يحصل من هذه القلوب مقاومة لتلك الحركة دائما ثم اذا مالت القلوب ونشأ عنها سطح كبير بالنظر لاتجاه حركة الانقلاب فانها تكون مطروحة بكمية كبيرة من الهواء وتقاوم شيئا فشيئا اذا حصل الانقلاب وبالجملة فان هذا الانقلاب يقل شيئا فشيئا وهذا ما يرى بالبحر اذا كانت القلوب محولة جهة المشرق بحيث ينشأ عنها سطح كبير في الجهة المتحدرة وتنضم على حين غفلة في الوقت الذي يرمون فيه الهلب ويقطعون السيرة وهذا هو الزمن الذي تؤذي فيه مضرات البحر الناشئة عن حركات السفينة وانقلابها الناس الذين ليسوا متعودين على هذه الحركات



وأعظم استعمالات قوة الريح وأكثرها فائدة هو استعمالها في طواحين الهواء  
وتستعمل قوة الريح أيضا في دفع الطارات ذات الاجنحة الكبيرة وتسمى هذه  
الطارات بطواحين الهواء

ومن المعلوم ان مثل هذه الآلة الميكانيكية لاتصلح الا للاشغال التي لاتستلزم  
المدامنة على درجة واحدة من القوة والسرعة والتي يمكن وقوفها عدة ايام  
بلا ضرر متى كان الريح ساكنا ويختلف هذا الضرع وجود الوفرة الممكن  
في استعمال الريح عن استعمال عمليات الورش والفريقات الكبيرة كالقوة  
المحركة في جميع العمليات

ولكن يمكن استعمالها في العمليات الغير الضرورية التي لم تكن محتاجة للعمل  
مع الانتظام الدائم وهناك ضرر آخر في استعمال قوة الريح وهو عدم امكان  
استعمالها في جميع الاماكن مثلا يلزم وضع الطاحونة على بعض التلويح  
او في السهول المتسعة على قدر الضرورة او في الاودية العريضة المتسعة ايضا  
ولا توضع تحت ارتفاع الغابات المرتفعة بحيث يمكن للريح الوصول الى اجنحتها  
بلا مانع من أي اتجاه كان

وهذا الاستعمال الاصلية التي يستعملون بها قوة الهواء تستعمل لطحن  
الحبوب وعصر الزيت واستخراجه من بعض البزور وسحق قشر شجر البلوط  
الذي يستعملونه للدبغ وتشر الاخشاب وبالجملة تستعمل لرفع المياه المعينة للسقي  
او لنزع المياه التي تغرق اى ارض وتنشيفها بهذه الطريقة

واول استعمال طواحين الهواء في بلاد المشرق ثم انتقل منها الى بلاد اوربا  
في اوائل حرب الصليب

فالدمية المكعب من الهواء الخالص من الماء حال اعتدال حرارة الثلج  
الذائب وضغطه بعمود معلوم من الزيت قدر ارتفاعه ٧٦ سنتيمترا  
يزن غراما واحدا  $\frac{3}{11}$

وبالبحث عن قياس قوة الريح بالتجربة وجد ما ريت انه اذا كان مقدار

متر

السرعة ٨٩٨ و ٣ في كل ثانية فانه ينشأ عنها قوة دافعة تساوي  
١٧٩ غراما على سطح متحرك ارتفاعه ١٠٥٠ سنتيمترا مربعا  
وقد عمل بوردا و بورس عدة تجارب في هذا الغرض ايضا فاطهرا  
باستنتاجهما ان قوة الهواء الدافعة تكون مناسبة لتربيع سرعة الهواء  
في زمن مفروض ويسهل معرفة ذلك حيث ان كل جزء من الهواء القوي  
بسرعة كبيرة يتجدد عدة مرات بقدر كبير السرعة

وقد ترددت المقاومات التي تحصل للهواء من السطوح المتنوعة في نسبة كبيرة  
كنسبة تلك السطوح فعلى مقتضى تجربة بوردا السطوح المربعة التي تكون  
اضلاعها ٤ و ٩ وسطوحها ١٦ و ٨١ تقاوم قوة الهواء  
في نسبة ١٦ الى ٩٤  $\frac{1}{4}$  وهذه النتيجة الاخيرة تبين لنا ان لم يكن  
هناك مانع ان السباحة تكون اوفق مع القلوع المتسعة القليلة العدد من  
القلوع الصغيرة الكثيرة العدد الدالة على هذا السطح

ومتى تحرك الهواء على السطوح بالاغراف تنقسم قوته كما ذكرنا ولا يبعد  
منها سوى الجزء المستقيم عموديا على سطح القلع وقد ينشأ عن متوازي اضلاع  
القوى نتيجة صحيحة جدا اذا قابلنا قوة الهواء العمودية بالقوى الناشئة عن  
اتجاه الريح التي تصنع مع سطح القلع زاوية منحصرة بين ٣٠ و ٤٥  
درجة كما بينه بوردا بطريقة العملية وقد تظهر لنا التجربة ان قوة الهواء  
تكون كبيرة اذا كانت تتحرك على سطح مستوا اكثر مما اذا كانت متحركة على  
سطح يكون تحديه مخالفا لاتجاه الريح

ويوجد من طواحين الهواء نوعان تنصب في احدهما السطحة مستوية على  
محيط طارة اقبية وتسمى هذه الطواحين لهذا السبب طواحين اقبية وهي اقل  
فائدة من الطواحين التي تكون فيها قوة الهواء موضوعة على الاجنحة التي  
تكون عنها خطوط طارة رأسية وهذه الطواحين الاخيرة هي التي  
نحن بصددھا

ومع ذلك ينبغي ان اذكر طحونة اقصية عظيمة رأيتها في انكلترة بقرب لنندرة  
 وبيان ذلك ان تصور سوراكيرا شامخا مستديرا ينشأ عن محيطه بجملة من  
 الفتحات العمودية المائلة التي يمكن مقابلتها بفتحات الطاقة الموضوعة على  
 محيط الاسطوانة وايضا كان اتجاه الرياح فانه يدخل بين ريع من الفتحات  
 ويتقدم في داخل السور مع اتجاه يتحرك على الدوام في جهة واحدة وعند  
 دخوله بهذه الطريقة فانه يصادف قلوعا منتصبة بالتوازي على اضلاع  
 اسطوانة السور ويدفعها دائما الى اتجاه واحد وبهذه الكيفية تدور  
 الطاحون وبعد ذلك يخرج الهواء من فتحات متنوعة من الجهة المقابلة  
 للريح

ولتسكلم الآن على وصف الطواحين ذات الاجنحة العمودية فنقول انه لاجل  
 ان تلقى هذه الطواحين دفعة الريح من جميع الجهات يلزم ان نجعل سطح  
 الاجنحة المستوي العمودي في اتجاه عمودي على اتجاه الريح فلذلك يكون  
 العمود الافقي الذي يحمل هذه الاجنحة مثبتا فوق السور مع السطح على آلة  
 مستديرة بها يتيسر الدوران في جميع الجهات بواسطة رافعة كبيرة يقرب  
 طرفها قريبا من الارض ويدفعه الصانع بيده لكي تصنع الاجنحة في اتجاه  
 مناسب او كما قيل يمكنه تدوير الطاحون دورانا مناسبا

ومن الطواحين الانكليزية يرى شكل ١ لوحة ٦ طارة صغيرة تكون  
 اجنحتها متجهة في مستوعامودي مار بمحور الطاحون الرأسى ومتى بعد الهواء  
 عن هذا المستوى العمودي فانه يؤثر في اجنحة الطارة الصغيرة التي تنقل  
 حركتها الى قضيب ت والى طارات زاوية ر و ر و ض و ض  
 وتكون اسنان ض موضوعة على حلقة كبيرة مستديرة متصلة بالجزء  
 الاعلا من الطاحونة وهذا الجزء يدور على بكرات ر و ر التي تجرى  
 على كفة مدورة موضوعة على الجزء الاسفل من الطاحون وشكل ٢  
 يبين لنا مستوى جزء الطارة المستديرة التي هي ض ض المشق

مع ض

وقد تخلص الاجنحة المحتركة التي هي ١١ شكل ١ لوحة ٦  
عن القوة بنفسها بتركيب عجيب متى كانت قوة الهواء قوية وكل جناح من  
هذه الاجنحة يكون مكونا من صاعدين مثل م م م الذين تسحب  
عليهم مساند ل ل و ل ل التي هي مساند ملقات ر ر التي تلف عليها  
القلوع ذات الثلاث زوايا وهناك زرار مغلوق مثل ت ت مثبت على  
مساند ل ل و ل ل من اسطوانات كل جناح وقد تكون رأس ١ التي هي  
مغلقة ت ت مغلقة على طرف رافعة مثل ا ر ث المتقاسة بالذراع  
وقضيب د د في المسنن في حرف د عند ما يخرج يقرب من د

ومتى تجاوزت سرعة الاجنحة بعض حدود فان القوة البعيدة عن المركز تدفع  
مساند ل ل و ل ل الى الخارج وفي هذه الحركة تدور الرؤس التي يحمل لها  
محور كل ملف من ملقات ر ر عند احتكاكها بجزء ف ف الثابت  
الملقات بحيث تضم القلوع شيئا فشيئا وفي آن واحد تباعد قضبان ت ت  
المغلقة ١ من د وتدخل د ثانيا عند ما ينقل الجزء والمسنن المعبر  
عنه بحرف د حركته الى طارات زاوية ش والى بكرة ش  
الكبيرة التي ترفع الميزان وعند ما يقل الريح فالميزان ينزل ويجبر القلوع على  
الانفراد ثانيا

ويكون شكل ٣ مسقطا عموديا كبيرا لتركيبه من دوافع ا ر ث

شكل ١ ومن اربع اجنحة حول قضيب د

ويكون شكل ٤ هو مستوى الملف ذي القلع ويرى فيه كيفية ضبط محور  
الملف من اطراف دوارنه على رأس غ

وفي شكل ١ فطارة زاوية س س هي التي تنقل قوة الريح الى تركيب  
آلة الطاحون المخصوصة

وشكل ٥ هو مسقط جناح فلنكي على سطح منقمن عامود ١١ الذي

يحمل الاجنحة من وسط طول الجناح الاصل المعبر عنه بحرف ح ح

ولا يتحرك الهواء في اتجاه افقي الا نادرا ولهذا السبب ظهر لنا بالتجربة

اتنا اذا اردنا تفصيل اعظم نتيجة من قوة الهواء يلزم ان نعمل العامود الذي يحمل الاجنحة من ٨ الى ١٥ درجة ولا نجعله اقصيا اصاله فاذا كان كل واحد من الاجنحة في مستوراى على العامود فان قوة الهواء عنده هذه الاجنحة لا يمكنها تدوير العامود فعلى ذلك يلزمنا ان نعطي هذه الاجنحة ميلا يكون واحد الاجنحة لكى تتبع القوة المنقسمة مستوى جميع الاجنحة وتدور العامود في جهة واحدة

وقد عمل اسمائتون المهندس الانكليزى المشهور عدة تجارب في قوة الهواء بعمد عليا لما انها تتحدثنا بجميعها مع تنبيهات كولومب في طواحين الهواء الكبيرة ولاجل زيادة الانظام في تجاربه رجع تحريك الطاحون حيث اعطى لها اندفاع قوة الهواء المشهورة في سكون الريح فضلا عن كونه يعطى للطاحون قوة الهواء المستقيمة الذى يتغير في كل وقت فهذه الطريقة كان متحققا من السرعة التى كانت تتحرك بها الاجنحة فكان يلف على العامود الافقى الذى يحمل الاربع اجنحة المقروضة في التجربة حبلا يعلق في طرفه كفة يضع فيها اثقالا حسب ارادته وكان شغل هذه الاجنحة محصورا في دفع هذه الكفة بسرعة ما كبيرة او صغيرة في زمن معين فابتداء اسمائتون بالبحث عن درجة الانحراف التى تصلح للاجنحة المستوية فعرف ان الثقل اللازم لتوقيف حركة الاجنحة المائلة ٣٥ درجة يفوق الثقل اللازم لتوقيف حركة اجنحة اخر مائلة على خلاف ذلك المتحركة بنفس السرعة المتقدمة

وعلى موجب تجارب اسمائتون يلزم لتحويل الاجنحة ذات البعد المقروض في زمن معلوم مع الانظام اكبر قوة ممكنة ان يكون ميلها من ١٥ الى ١٨ درجة فائدة هذه الطارة بالنسبة الى الطارة التى ميلها ٣٥ درجة تكون في اعظم نسبة من ٤٥ الى ٣١ وعمل هذا المهندس ايضا تنبيهها يدل على ان الميل المتحصرين ١٦ و ١٨ يختلف قليلا من النهاية الكبرى المطلقة وهوانه اذ اردنا اواقصنا ميل الاجنحة بدرجة او بدرجتين فلا ينتج عنها الا اختلاف قليل من النتيجة الكلية بالنظر الى النتيجة العظمى

وقد وضع سيبو اسمائون في التجربة الاجنحة التي يكون سطحها شماليا  
عوضا عن كونه مستويا وما يلا قليلا مع التدريج بشرط ان نقطة الجناح التي  
يقاس فيها هذا الميل تكون بعيدة عن المحور فلم يجدي ذلك منفعة اكثر  
من استعماله الاجنحة المستوية

واما البنائيون الفلمنكيون فانهم يعملون بعكس ذلك بعضهم اجنحتهم بشرط  
ان يبعد هذا الجزء عن المحور  
وهالك الجدول يشتمل على ميل عدة اجزاء من الاجنحة جهة المستوى الذي تعمل  
فيه حركة الدوران وهذه الانحرافات المعينة بتجارب اسمائون هي  
التي يعتمد عليها

الزاوية المصنوعة مع سطح الحركة  
درجة

١٨	١٩	١٨	١٦	١٢	$\frac{1}{2}$	٧
$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{7}{4}$

من طول القلع عندما يبعد عن المحور

وبنشأ عن الطواحين العظيمة فلمنك الفرنسية التي استتجها كلوب نتائج  
مثل النتائج التي استتجها اسمائون ومع ذلك خيل بعض اجزاء الجناح  
يتغير من ابتداء النقطة الموضوعة قرب المركز الى النقطة البعيدة  
عنه من ٣٠ درجة الى ١٢ درجة في بعض الطواحين والى ٦  
في البعض الآخر

ثم ان اسمائون لما غير عرض الاجنحة وجد انه يلزم لانالة اعظم نتيجة يمكن  
تحصيلها ان يكون الجناح العريض ما يلا تحت زاوية كبيرة ورأى ايضا  
ان الجناح الذي يكون عريضا من الطرف اكثر من المركز يكون احسن من  
الجناح القائم الزوايا وبالنظر للاجنحة ذوات الاسطحة المتساوية تكون صورة  
شبه المتخرف اوفق

وقال اسمائون ايضا اذا تجاوز ازدياد سطح الاجنحة هذه الحدود فان

مضرته تكون اكثر من نفعه وذلك أن الهواء لا يجده مسافة كافية يخرج منها بعد قرع هذه الاجنحة

واراد ان يعرف بالتجربة نسبة سرعة الاجنحة التي تدور وحسب الارادة من غير شغل ونسبة سرعة الاجنحة التي تحدث شغلا كبيرا فوجد نسبة هذه السرعة على العموم من ٣ الى ٢ اعني اذا كانت الاجنحة تدور ثلاث مرات مطلقا اي بدون شغل في زمن مفروض فالاجنحة التي تدور في نفس هذا الزمن وتحدث شغلا كبيرا لا تدور سوى مرتين وفي الطاحون الواحدة يكون الشغل مناسباً على العموم لسرعة الريح فلذا اذا كانت سرعة الهواء متضاعفة مرتين او ثلاثة اواربعة فان الاجنحة تشتغل بسرعة متضاعفة مرتين او ثلاثة اواربعة كذلك وهم يترا

وبالجملة فان الشغل الناشئ عن الطاحون في زمن مفروض يكون مناسباً لتربيع سرعة الريح

وقد اثبتت الملاحظات كولومب على طواحين فلنك فرانسا ان النتيجة واحدة تقريبا في اكثر من خمسين طاحونا مفرقة بقرب مدينة ليل وموضوعة في محل واحد ولوان هذه الطواحين مختلفة البناء ومختلفة قليلا في ميل العمود الحامل لهذه الاجنحة وفي وضع هذه الاجنحة ايضا وهذا ما يثبت ان هذا الجنس من البناء يلزم ان يكون قريبا جدا من النتيجة العظمى ولم تجر في التفاصيل الكبيرة التي تخص التجاريب التي ينشأ عنها معرفة النسبة النافعة بين وضع اجنحة الطاحون وابعادها بل اكتفينا باحالة ذلك على كتب الخبرين المشهورين الفرنسيين والانكليز الذين سبق ذكرهما

وهالك الشغل السنوي الناشئ عن طواحين فلنك على مقتضى تجاريب ككولومب وهو أن تعصر عصارة الزيت اربعمائة برميل في السنة المتوسطة ووجد ان هذا الشغل يوافق لشغل ثمان ساعات في كل يوم مدة ايام السنة بأن يحدث قوة ٣٤٧٢٨ كيلو غراما مرفوعة الى متر في كل دقيقة

مثلا اذا اخذنا وحدة لقياس الديناميكة واحد مليون من الكيلوغرامات  
اي الف برميل مرفوعة الى متر واحد فيحصل معنا الشغل اليومي  $\frac{1}{2}$  ١٦  
دينام يراذ عليها سدس بالنسبة للاحتكاكات  
ولاجل تحصيل هذه النتيجة يلزم وابور المعلمو اط الذي يجزئه ثلاثة من الخيل  
ومنى طبقا قوة الهواء على طعن الحبوب نجد انه يلزم قوة واحدة لطعن  
١٠٠٠ كيلوغرام من القمح وعصر  $\frac{1}{4}$  ٣ براميل من الزيت وهذه القوة  
تساوي  $\frac{1}{2}$  ٥ دينام

\*( الدرس الثاني عشر ) \*

\*( في الكلام على الحرارة ) \*

قد تنتقل الحرارة نارة من الاجسام الاجنبية الى الاجسام البشرية فتحدث  
فيها الحرارة وتارة تكون بالعكس بمعنى انها تنتقل من البشرية الى الاجنبية  
فتحدث فيها البرودة ولم يكن هذا الانتقال بين الاجسام البشرية والاجسام  
الاجنبية قط بل قديم ~~كون~~ بين جميع الاجسام الطبيعية ايضا ونشأ عنه  
الصناعة حوادث فيها منفعة عظيمة جدا

ومنى زادت حرارة المادة زاد حجمها وبالعكس والعكس وبهذا تقاس الحرارة  
بالالات وتغير الاجسام ذات الشكل المحدد بحيث يسهل قياسها ويظهر بحاسة  
البصر وذلك كالالات الترمومتر اى ميزان الحرارة والبرودة التى نستكلم  
عليها ولنبحث الآن عن القياس كيف صار عا ما لحرارة الاجسام فنقول

انه لاجل انتقال كيلوغرام من الماء من حرارة الثلج الذائب الى حرارة الماء  
الغلي يلزم اخذ كمية من الحرارة قاعدة لجميع الاقيسة ونسميها بجزء المائة  
من هذه الكمية ونقسم الى مائة درجة احوال الحرارة او اعتدال الماء الذى له  
فى كل كيلوغرام ١ و ٢ و ٣ و ١٠٠ حد اى جزء واحد من الحرارة  
وانظر الان لكل درجة ما يلزم من ازدياد الحرارة بالنسبة الى الشكل المتشور  
او الاسطوانى الذى يعبر عن طوله بعدد ١٠٠٠٠٠٠ وهالك جدولان  
يبين ذلك



٠١٠, ٧٩	بولاد غير مسقي
٠١٢, ٤٠	بولاد مسقي اصفر مكوى الى ٦٥ درجة
٠١٩, ١٠٠	فضه
٠١٩, ٠٩	فضه بعمار باريس
٠١٧, ١٧	نحاس
٠١٨, ٧٨	نحاس اصفر
٠١٩, ٣٨	قصدير الهند
٠٢١, ٧٣	قصدير كورنومال
٠١٢, ٢٠١	حديد لطيف مدقوق
٠١٢, ٣٥	حديد مدقوق مسجوب
١٨٤, ٧٧	زئبق
٠١٤, ٦٧	ذهب السفر
٠١٥, ٥٢١	ذهب بعمار باريس غير مكوى
٠١٥, ١٤١	ذهب بعمار باريس مكوى
٠٠٨, ٥٧	بلاطين اى ذهب ابيض (على حسب تجربة بورد)
٠٢٨, ٤٨	رصاص
٠٠٨, ١٢٠	فلتجلوس انكليزى
٠٠٨, ٧٢	زجاج فرنساوى مع رصاص
٠٠٨, ٩٧	انبوبة من الزجاج بدون رصاص
٠٠٨, ٩٠١	مرآة جوان المقدس
وهذا الجدول يرى الاتساق الكبير الذى يحصل فى الزئبق والاتساق القليل الذى يحصل فى الزجاج وعلى هذين الخاصيتين المختلفتين خاصتى الزئبق والزجاج تأسست الترمومتر	
فاذا تصورنا انبوبة اسطوانية بالكيفية ينتهى طرفها بكرة مجوفة ذات قطر اكبر من قطر الانبوبة وفرضنا ان قطر الكرة يساوى قطر الانبوبة عشر	

مرات فان حجم الكرة يكون  $\frac{1}{2}$  ٦٦ مرة اكبر من حجم الاسطوانة التي قطرها  
قطر الانبوبة وطولها كطول قطر الكرة وبالجملة فان زيادات حجم قطعة من  
الزيت الذي يملأ اناءا كرويا تصعد في الانبوبة الى ارتفاع  $\frac{1}{2}$  ٦٦ مرة اكبر  
مما يصعد الزيت اذا كان شاغلا في هذه الانبوبة ارتفاعا مساويا لقطر الكرة  
وبهذه الطريقة يعرف امتداد الزيت في كل درجة مئوية بمجرد النظر  
ويضعون علامات في اللوح الذي تكون فيه الانبوبة وكرة الزيت متعقبتين  
تقسيمات تساوي درجات الحرارة المتنوعة من ابتداء صفر الى ١٠٠ درجة  
فأفوقها

وحيث ان الانبوبة وكرة الترمومتر كبتان من جوهر يقبل التمدد  
بالحرارة ويتقص حجمه بالبرودة فهذا التعبير يؤثر في المسافات التي يقطعها  
الزيت متى زادت الحرارة او قصت ويتداركون خلل هذا الضرر بالطريقة  
التي يفعلونها والتي تقسم الترمومتر بالتدريج

ومتى مرت الاجسام المختلفة التي ذكرناها في الجدول المتقدم بجميع درجات  
الحرارة التي يمكن تحصيلها فانه يرى ان جملة من هذه الجواهر تتبع سيرا مناسبا  
تقريبا وذلك كالزيت والزجاج والمعادن على العموم ماعدا البولاد المسقى  
ومع ذلك ينبغي لنا ان نلاحظ بان ككل جسم من الاجسام الصلبة لا يمتد  
بالتسوية في عدد واحد من الدرجات من ابتداء النقط المختلفة على قياس  
الترمومتر

وبناء على ذلك فالاحسن ان نقول ان انبساط الاجسام يكون مناسبا بالدقة  
لدرجات الحرارة التي تحصل لهذه الاجسام حيث انه يزداد بزيادة الحرارة  
فلذا كان انبساط المعادن من ٢٠٠ الى ٣٠٠ درجة اكثر من ١٠٠  
الى ٢٠٠ درجة وتصبح هذه الزيادة خاصة مشهورة متى قرب الانسان  
من درجة ذوبان الاجسام ومع ذلك يمكن في عمليات الصنائع وفي تغيرات  
الحرارة الكبيرة ان نقول بلاخطاء ان تغير حجم الاجسام يكون مناسبا لعدد  
درجات الحرارة التي تكتسبها هذه الاجسام او تفقدها

وربما كان الزئبق هو السائل الذي يظهر فيه اقل تباعد في التمدد مثلاً ما بين درجة واحدة ومائة درجة وبالنظر لهذا يكون الترمومتر الزئبق اعظم آلة يمكن استعمالها في ذلك واما انبساط المائين صفر ومائة درجة فانه يكون بعيدا عن الدلالة على هذا الانقسام الذي يدل على تمدد الزئبق وهذا ما يبينه هذا الجدول الصغير المستخرج من كتاب نومون

درجات الترمومتر	احجام الماء	اختلاف الاحجام	الانبساطات المتوسطة للدرجة
درجة			
٠١٠	١,٠٠٠٢٥	٠,٠٠٠٦٨	٠,٠٠٠١٢٣
٠١٥	١,٠٠٠٩١	٠,٠٠١٠٦	٠,٠٠٠١٩١
٠٢١	١,٠٠١٩٧	٠,٠٠١٣٥	٠,٠٠٠٢٤٣
٠٢٦	١,٠٠٣٣٢	٠,٠٠٢٦٢	٠,٠٠٠٤٧٢
٠٣٢	١,٠٠٥٩٤	٠,٠٠٣١٤	٠,٠٠٠٥٦٦
٠٣٧	١,٠٠٩٠٨	٠,٠٠٤٩٦	٠,٠٠٠٤٤٧
٠٤٨	١,٠١٤٠٤	٠,٠٠٦١٣	٠,٠٠٠٣٦٧
٠٦٥	١,٠٢٠١٧	٠,٠١٦٠٠	٠,٠٠٠٧٢٠
٠٨٧	١,٠٣٦١٧	٠,٠٠٩٤٠	٠,٠٠٠٧٦٨
١٠٠	١,٠٤٥٥٧		

ثم ان الاجسام تنقسم ثلاثة اقسام صلبة كالاشباب والاحجار والبلور وهلم جتراسايه كالزئبق والماء والزيت وهلم جتر او غازية كالهواء الجوى والغاز الادر وجيني وبخار الماء وغاز الحمض الكربونيكي وهلم جتر و يوجد عدة اجسام تنتقل بزيادة الحرارة تارة من حالة الصلابة الى حالة السيولة وتارة من حالة السيولة الى الحالة الغازية وتتنقص الحرارة تنتقل هذه الاجسام ثانيا من الحالة الغازية الى الحالة السايه ومن السايه الى الصلبة فن هنا تظهر لنا الحوادث المشهورة التي سنظهرها بانتخاب احد الجواهر النافعة للصناعة كالماء واخذة مثلاً لذلك

واذا اخذنا كيلوغراما واحدا من الثلج فانه يتبع قانون جميع الاجسام الصلبة وامتدادها عند اتقاله بالدرجات العديدة التي تكون تحت درجات اعتدال الثلج الذائب و اتقال حرارة قياسي الثلج المختلفين في الحرارة يعمل على حسب قانون الاجسام الصلبة العام فاذلك اذا وضعنا معنا كيلوغرامين من البرد او الثلج احدهما في درجة ١٠ والاخر في درجة ٢٠ تحت الصفر واخذت الاحتراسات اللازمة بحيث تكون الحرارة واحدة في هذين الجسيمين فان الكيلوغرامين يصيران مرتفعين الى ١٥ درجة من هذه الحرارة بحيث ان احدهما يكتسب حقيقة عددا من الدرجات بقدر ما يفقده الاخر

وكذلك اذا مزجنا كيلوغرامين من الماء السائل احدهما مرتفع الى ١٠ درجات والاخر الى ٢٠ درجة فوق حرارة الماء المغلي فالمزوج يصير مرتفعا الى ١٥ درجة فوق الحرارة

وايضا اذا خلطنا كيلوغراما واحدا من البخار في ١٠ درجات مع كيلوغرام من البخار في ٢٠ درجة فوق حرارة الثلج الذائب فان المخلوط في مسافة مساوية لكمية المسافتين المشغولتين بـ كيلوغرام البخار يصعد الى ١٥ درجة من الحرارة

واذا اردنا مزج كيلوغرام واحد من الثلج مع كيلوغرام واحد من الماء فمطبق ثم للقانون الذي ذكرناه اثر ولاجل أن يحدث امتزاج الكيلوغرامين كيلوغرامين من الماء في حرارة الثلج الذائب يلزم ان يكون كيلوغرام الثلج في صفر مع كيلوغرام الماء المرفوع الى ٧٥ درجة فوق الثلج الذائب

وبالجملة فلاجل ان الكيلوغرام من الثلج المرفوع الى درجة صفر يتقل الى كيلوغرام واحد من الماء المرفوع الى درجة صفر كذلك يلزم امتصاص ٧٥ جزءا وهذه الكمية لم نعين بالرموز وبالكمية وانما هي بالتخيل وتطبق بتكوين الماء ولهذا تسمى حرارة تخفية اعني حرارة غير ظاهرة

وقد تحصل حادثة مثل هذه الحادثة اذا اخذنا كيلوغراما من البخار ومن جناء

مع  $\frac{1}{5}$  ٥ كيلوغرامات من الماء المرفوع الى درجة صفر فبناء على هذا يحدث الاختلاط بجهة تساوى  $\frac{1}{6}$  كيلوغرامات مرفوعة الى حرارة ١٠٠ درجة اعنى مرفوعة الى درجة غليان الماء وجعله بخارا فعلى ذلك يوجد بين كيلوغرام واحد من الماء في درجة ١٠٠ من الحرارة وكيلوغرام من البخار المرفوع الى نفس هذه الحرارة فرق كافى من الحرارة لرفع  $\frac{1}{5}$  ٥ كيلوغرامات من الماء في درجة صفر الى درجة ١٠٠ فلهذا يمكن ان يقال ان الكيلوغرام الواحد من بخار الماء يحتوى على ٦٥٠ جراً اكثر من كيلوغرام الماء الذى يكون في درجة صفر من الحرارة وكذلك يقال ان الكيلوغرام الواحد من الماء المرفوع الى درجة صفر المتساوية للثلج الذى يكون في درجة صفر ايضا تحتوى على ٧٥ جراً زيادة ومعرفة هذه الكميات من الحرارة المخفية في الماء وفي البخار مهمة جداً لحساب نتيجة الآلات البخارية

وبعد ان بينا حوادث الحرارة التى يدل عليها الماء في احواله المختلفة من الصلابة والسيولة والغارية يلزم مقابلة الافعال المتشابهة الحاصلة من الحرارة على الاجسام الاخر فعلى ذلك اذا وضعنا كيلوغراما من الحديد أو من النحاس أو من الزئبق مع كيلوغرام من الماء المرفوع الى درجة واحدة فان جزءا من الحرارة لا ينتقل من جوهر الى اخر واما اذا كانت الحرارة مختلفة فلا شك ان جزءا من الحرارة ينتقل من الجوهر الدال على اكبر حرارة في الترمومتر الى الاخر ولكن درجة الحرارة العامة التى توجد بين الجوهرين ليست الحد الوسط الحسابى للحرارتين مثل ما اذا كان ذلك في كيلوغرامين من الماء وبناء على ذلك لم تكن كمية الحرارة المطلوبة في الجواهر المختلفة واحدة بل انه يمكن تقويم هذه الكميات بالقيمة اذا اخذنا حد التشبيه كمية الحرارة اللازمة لرفع كيلوغرام من الماء السائل الى درجة واحدة وهذه الكمية تسمى بالماء المغلى ونرى ان هذه الجواهر المينة في الجدول الآتى تتغير من درجة الحرارة الى بعض كسور يستدل عليها بالعدد الآتى وهو هذا

اسماء الجواهر	حرارة نوعية نسبية	اسماء المؤلفين
ماء عادية	١٠٠٠٠٠	
ثلج	٠٫٩٠٠٠	كروان
كبريت	٠٫٢٠٨٥	لاوازيه ولاپلاس
حديد مدقوق	٠٫١١٠٠	لاوازيه ولاپلاس
فحاس	٠٫١١١١	جراوفورد
معدن المدافع	٠٫١١٠٠	رفور
نوتية	٠٫٠٩٤٣	جراوفورد
	٠٫١٠٢٠	ولك
فضة	٠٫٠٨٢٠	ولك
قرزير	٠٫٠٤٧٥	لاوازيه ولاپلاس
اتيمون (اي كل اصفهاني)	٠٫٠٦٤٥	جراوفورد
ذهب	٠٫٠٥٠٠	ولك
رصاص	٠٫٠٢٨٢	لاوازيه ولاپلاس
زيتق	٠٫٠٢٩٠	لاوازيه ولاپلاس
برنموت	٠٫٠٤٣٠	ولك
اكسيد اصفر من الرصاص	٠٫٠٦٨٠	جراوفورد
	٠٫٠٦٨٠	كروان
اكسيد الزنك	٠٫١٣٦٩	جراوفورد
الحامس	٠٫٢٢٧٢	جراوفورد
جيرحي	٠٫٢١٦٩	لاوازيه ولاپلاس
زجاج من غير رصاص	٠٫١٩٢٩	لاوازيه ولاپلاس
حصى ملح البارود	٠٫٦٦١٤	لسلي
	٠٫٦٢٠٠	
تقلا النوعي ١٥٩٨٩		

للسلي	٠,٣٤٠٠	٨٧٢ ر	حوض الكبريت
لاوازية ولا بلاس	٠,٣٣٤٦	٨٧٠ ر	
لاوازية ولا بلاس	٠,٦٠٣١	٤ اجزا	حوض الكبريت
جراوفورد	٠,٨٣٢٠		ماء خمسة اجزا
لاوازية ولا بلاس	٠,٨١٨٧		ملح طعام جزء واحد
			ماء خمسة اجزا
للسلي	٠,٦٤٠٠		ملح البارود جزء واحد
للسلي	٠,٥٠٠٠		ماء ثمانية اجزا
قروان	٠,٥٤٨٠		روح النبيذ مكرزاي كول
قروان	٠,٤٧٢٠		زيت طيب
جراوفورد	٠,٥٠٠٠		زيت بزر الكتان
			زيت الترماتينة
			زيت البالين

وزى في هذا الجدول امام الحديد المطروق عدد ١١ ر وهذا ما يدل على ان كيلوغراما واحدا من هذا الحديد متى برد بدرجة واحدة قد كية كافية من الحرارة لرفع  $\frac{1}{11}$  درجة و كيلوغراما من الماء وزى ايضا اثنا اذا انتقل من حرارة الى اخرى فان كيلوغراما واحدا من الماء يستدعي كمية كبيرة من الحرارة اكثر من كيلوغرام من الجواهر الاخر المذكورة في الجدول المذكور

وبين لنا هذا الجدول ايضا الحرارة التي يأخذها مخلوط اثنين من الجواهر التي توجد فيه مطلقا

واذا قسمنا كل واحد من اعداد هذا الجدول على ٧٥ فيحصل معنا ثل الثلج الذي يمكن اذابته ب كيلوغرام من هذه الجواهر بان يفقد درجة متينة من الحرارة وبذوبان الثلج تقاس على العموم الحرارة النوعية للأجسام بواسطة

آلة تسمى بالكالوريمتر ينسب اختراعها الى كل من مسيو لاوازير  
ومسيو لابلان

والى هنا عرفنا كيفية توصيل الحرارة الى اى درجة وبقى علينا ان نبين  
ما يتحصل وقت احداث نفس الحرارة اى الاحداث الذى يمكن حصوله  
بالاحتكاك او بالاحتراق ولما كانت هذه الطريقة الاخيرة اقوى وهى التى  
تستعمل فى الآلات التى يراد فيها استعمال الحرارة كالقوة المحركة فى هذا  
الشأن لم يتعرض للتفاصيل التى تنسب للكيميا فيها يخص حادثة الاحتراق  
الكلى وانما نكتفى بان نقول ان الهواء الجوى يكون مركبا من غازين  
احدهما يسمى ازوت ولا يستعمل فى الاحتراق ويشغل فى ١٠٠  
جزء حجم ٧٩ جزأ والاخر يسمى بالاكسيجين ويشغل ٢١  
جزأ ويكون لازما للاحتراق

كيلوغرام

ثم ان مقدار واحد من كعبا من الهواء يزن فى حرارة صفر ٢٩٨ ر، اعنى

كيلوغرام

كيلوغرام

٠٢٦ ر من الازوت و ٢٧٢ ر من الاوكسيجين فعلى ذلك يكون  
الهواء اخف من الماء ٨٠٠ مرة تقريبا

وان الاحتراق الاصلى الذى يستعمل فى الميكانيكا هو فحم الارض أو فحم حجرى  
ثم فحم الخشب والشب نفسه ويمكن استعمال بعض جواهر أخرى وسنبين  
الاصول منها المهمة كثيرا أو قليلا على حسب المنافع المتعلقة بآلاتها  
وخواصها

وهذا جدول يشتمل على الحرارة الحاصلة باحتراق كيلوغرام واحد من  
الجواهر المختلفة فنقول



مء حار	کیلو غرام من التنج الذائب	المترقات
۲۲۱۲۵	۲۹۵	غاز الادروجین الصافی
۱۰۰۸۰	۱۳۴	زیت طبیب علی حسب رای لایلاس { ۱۱۱۱۶ ۹۰۴۴ } شرحه علی رای رفورد
۹۳۰۷	۱۲۴	زیت سلیم مصفی
۹۹۹۰	۱۳۳	شمع ایض علی قول المذکورین { ۱۰۵۰۰ ۰۹۴۷۹ }
۷۷۷۷	۱۰۴	شمع دهن لعل الشمع { ۷۱۸۶۲ ۸۳۶۹۱ }
۷۵۰۰	۱۰۰	فوسفور
۷۳۳۸	۹۸	قط وزن خاص ۸۲۹ و ۰ فی ۱۳,۳
۸۰۴۰	۱۰۷	اتیرکبریتک ۷۲۸ و ۰ فی ۲۰ درجه
۷۰۵۰	۹۴	لحم الخشب
۷۰۵۰	۹۴	کول نفی
۶۳۴۵	۸۴,۶	کول فیه ۱ و ۰ من الرماد
۷۰۵۰	۹۴	لحم حجر اول درجه فیه ۰,۲ و ۰ من الرماد
۶۳۴۵	۸۴,۶	شرحه ثان درجه فیه ۱ و ۰
۵۹۳۲	۷۶,۱	شرحه ثالث درجه فیه ۰,۲ و ۰ من الرماد
۳۶۶۶	۴۸,۸۸	خشب فاشف مطلق
۲۹۴۵	۳۸,۴۱	خشب فیه ۲ و ۰ من الماء
۲۰۰۰	۲۶,۶۶	قوب طبیب
۱۱۲۵	۱۵	قوب ردی
۶۱۹۵	۸۲,۱	کول فی ۴۲ درجه
۵۲,۶۱	۷,۰۱	شرحه فی ۳۳ درجه

ولشد ذكر أنه يمكن بواسطة ٦٥٠ ترم تصاعد كيلوغرام واحد من الماء الى درجة صفر وبناء على ذلك لاجل تصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى صفر يلزم له كينات الاحتراق المعينة في الجدول الآتي الذي يشتمل على مثل البخار الذي يمكن احداه مع كيلوغرام واحد من الوقود وعلى قدر ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار الناتج من الاحتراقات المختلفة

بيان كمية الوقود الضرورية لتصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى حرارة التبخير الذات

كيلوغرام من الاحتراق لاجل ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار	بخار حاصل بواحد كيلوغرام من الاحتراق	احتراق واحد كيلوغرام
كيلوغرام	كيلوغرام	
١٤١, ١٨	٠٠٧, ٠٥٠	فحم خشب
١٤١, ١٨	٠٠٧, ٠٥٠	كولنفى
١٥٧, ٧٥	٠٠٦, ٣٤٥	كولنفى ٠١ من الرماد
١٤١, ١٨	٠٠٧, ٠٥٠	{ فحم حجرى من اول درجة فيه
١٥٧, ٧٥	٠٠٦, ٣٤٥	{ ٠٢ من الرماد
١٦٨, ٥٧	٠٠٥, ٩٣٢	فحم حجرى فيه ٠١ من الرماد
٢٧٢, ٩٤	٠٠٣, ٦٦٦	فحم حجرى فيه ٠٢ من الرماد
٣٣٩, ٥٥	٠٠٢, ٩٤٥	خشب ناشف جدا من جميع الانواع
٥٠٠, ٠٠	٠٠٢, ٠٠٠	خشب يحتوى على ٠٢ من الماء
٨٨٨, ٨٨	٠٠١, ١٢٥	قوب طيب
١٦١, ٤٢	٠٠٦, ١٩٥	قوب ردى
١٩٠, ٠٧	٠٠٥, ٢٦١	روح عرقى في درجة ٤٢
		روح عرقى في درجة ٤٣

وتبين لنا هذه الجدول قائمة استعمال نغم الارض ولوفى المحلات التي يكون فيها غالبا بسبب البقلة

ويصنع حريق القمع باحترق هذا الجوهر المسهي بالكاربون الذي يتحول الى غاز الحضر الكاربونيك . قى امخص او كسيجين الهواء الجوي فيدخل ثقل القمع في الغاز كنسبة ٢.٧٤ ميليم وثقل الاوكسيجين كنسبة ٧٢٦ ميليم

ولتزد على ذلك ان ثقل متر مكعب من غاز حضر الكاربونيك على الحرارة المتوسطة من الهواء الجوي وبضغطة بارومترية قدرها ٧٦٠ ميليم كيلوغرام

يكون ١.٩٧٢

فينتج من ذلك ان كيلوغراما واحدا من القمع يستدعي لكي يحترق بالكلية كيلوغرام

٢.٧٦ من الاوكسيجين الذي يوجد في كمية من الهواء الذي وزن ١٢.٦١ متر مكعب

ويشغل ٩.٧٠١ فهذا العدد المذكور لما يكون في حرارة صفرية تكون عنها ١٠ أمتار مكعبة في حرارة  $\frac{1}{4}$  ١٠ درجات

وفي حوادث الحريق المعتادة مثل ما يحصل في وسط الافران يوجد كمية من الهواء تفوق بكثير الكمية التي يطلبها التحليل الكامل يلزم لها المرور على القمع والتجاهيز العظيمة تحتاج لكمية من الهواء ضعف الكمية التي تكفي للاحتراق مع الشدة فلذلك يلزم في التجاهيز الكاملة كاللداخن بالافل ٢٠ مترا مكعبا من الهواء لاحتراق كيلوغرام واحد من القمع وهذه القروض تكون نافية جدا حتى أردنا تحديد سعة المستودعات والافران والمداخن بل وتستعمل قاعدة الحسابات الآتية

كيلوغرام

غاز الحضر الكاربونيك المتر المكعب وزن ١.٩٧٢

كل كيلوغرام يحتوي على اوكسجين ١٠,٧٢٦  
 فحم ١٠,٢٧٤  
 والكيلوغرام الواحد من الفحم ينتج اذا حرق  $\frac{1000}{274}$  متر مكعب من حمض  
 الكاربونيك = ١ كيلوغرام

كيلواغرام

١٠,٦٥٠

وزن الاوكسجين

٩,٩٩٦

وزن لآزوت المتسوب لهذا الاوكسجين

وزن مساوي للوزن المذكور اعلاه من الاوكسجين

كيلوغرام

ومن الازوت الذي يدل على الهواء الغير المحلل

١٢,٦٤٦

الذي يمر في القرن

٢٦,٢٩٢

وزن الفحم الكلي من الاوكسجين ومن الازوت

اجمال

متر مكعب

١١,٨٥٠

غاز حمض الكاربونيك

٧,٠٦٩

حجم الازوت والهواء المحلل

متر مكعب

٩,٩٢٥

حجم الهواء الغير محلل

١٩,٤٣٥

حجم كلي بعد الاحتراق

وقدر انائه يلزم بالاقل لحرق كيلوغرام واحد من الفحم استعمال ٢,٠

متر

متر مكعب من الهواء الجوى الذى يشأ عنه على العموم ١٩,٤٦٥

كيلوغرام

من الدخان الذى يزن ٢٦,٢٩٢ ويزن المتر المكعب من الدخان الحاصل

## كيلوغرام

بهذه العملية ١,٣٥٠ بخلاف المتر المكعب من الهواء الجوى فانه يزن

## كيلوغرام

١,٢٩٨ فلذا ترى الدخان المرتفع على حرارة صفر مثل الهواء الجوى

ينزل عوضا عن كونه يصعد ويرتفع

ويزيد حجم الغاز في نسبة  $\frac{1}{27}$  لكل درجة من الحرارة وحينئذ يسأل  
ويقال ما عدد الدرجات اللازم لكي يكون للدخان مثل خاص مثل الهواء  
الجوى فالجواب اتنا نجد بنسبة بسيطة انه يكفي رفع حرارة الدخان الى  
درجة ١١٤٧ فوق حرارة الهواء الجوى وهذا الفرق يستعمل فقط لوضع  
الدخان في المعادلة مع الهواء الجوى من غير ان يصعد او ينزل فعلى ذلك يلزم  
اكتساب هذا الفرق وكل جسم من الحرارة التي تفوق هذه الحرارة يستعمل  
لجعل الدخان خفيفا جدا وبالجمله لكي تصعد في الانبوية بقوة محركه مفروضة  
عن فرق الاثقال النوعية للهواء والدخان

وقد اردنا ان نجد ديا لحساب سرعة الدخان في انابيب المدخنة من غير ان نعتبر  
في ذلك سوى فرق ضغط الهواء الجوى في اطراف المدخنة وبذلك لم نصل الا  
الى نتائج بعيدة عن الحقيقة جدا

ونبدي نصائح لمن اراد معرفة هذا مع الدقة بان يستعمل عدة تجارب  
مستقيمة لقياس سرعة حركة الدخان الصاعدة بواسطة آلة صغيرة تسمى  
انيمومتر توضع في انبوية المدخنة وبواسطة آلة اخرى توضع في رأس  
هذه الانبوية

ولنلاحظ ان الهواء الجوى الغير المحلل الذي يحتلط بمروره مع الدخان يلطف  
صعوده ويسهل

وفي الآلات البخارية يستعمل الخشب والتورب وغم الارض فاذا  
استعمل الخشب فيلزم ان يكون ناشفا جدا واذا صار غما فيكون استعماله

انفع ولم ينشأ عنه دخان يقص قوّة الاحتراق وفي الفحم الجري المكر من منفعة  
مثل هذه

واما اذا كانت الحرارة في سائل فان أجزاء الطبقة السائلة المتصلة بالجدران  
الذي يفصلها عن الناري التي تمتد اولا ويقل ثقلها النوع بهذه النتيجة  
وتصعد جهة سطح السائل ثم تعقبها الطبقة الثانية وتصعد بنفس هذه الطريقة  
الى كرات صغيرة لا ترى عند ما تسخن هذه الكرات الصغيرة وهذه كيفية انتشار  
الحرارة في السوائل وبقطع النظر عن الحركة الخفية التي ذكرناها يكون هناك  
اتصال مباشرة بين حرارة طبقة واخرى ولكن هذا الاتصال قليل فلذا ظهر لنا  
بالجربة انه من المفيد تسخين جلة من السائل لنفوذ الحرارة من الجزء الاسفل  
ومن المفيد ايضا تميزها عن الجزء الاعلا وبناء على ذلك يلزم تسخين جلة الماء  
اللازم لاستعمال الآلات البخارية ان الحرارة تؤثر اولا في قعر القازانات  
وكما كان سطح القعر المتصل بالحرارة نخبنا كلما كان التسخين مريعا وبالجملة  
يحصل التصاعد وان لم يكن هناك مانع فاعظم القازانات هي التي يكون قعرها  
اعظم من ارتفاعها

وفي كانت الحرارة كبيرة جدا بان لم يقتصر على الدخول في الطبقة السفلا فقط  
بل انها تدخل ايضا الطبقة العليا فان جزيئات ماء الطبقة السفلى تسحب الى  
قاعها بخارية ويزداد حجمها كلما قربت هذه القاع من سطح السائل  
وبجهد ما يشرع الغليان في سائل ما فان الحرارة تتف فيه وكذلك الحرارة  
الظاهرة الداخلة فيه تستعمل في تصعيد جزء عظيم منه وهذه الحرارة التي  
امتصها السائل لكي يصير بخارا تكون جسيمة جدا مع ان البخار المتكون منها  
بلا واسطة لا يحدث ارتفاعا كبيرا من الحرارة مثل السائل المحدث له ويسهل  
معرفة ذلك بواسطة الترمومتر الداخلة بالتعاقب في السائل وفي البخار معا  
وقد ظهر لنا بالجربة انه يلزم ٦٥٠ جراً من الحرارة او من الماء الحار  
لتصاعد كيلو غرام واحد من الماء الى درجة صفر  
وقد يمنع الضغط الجوي تصاعد السوائل وكما كان الضغط كثيرا كلما زاد

حرارة لاستحالة الماء بخارا فلذا ان هذا الماء في عمق المعادن لا يستحيل  
بخارا الا بحرارة تزيد على ١٠٠ درجة واما في الجبال الشاهقة فيستحيل  
بخارا بحرارة اقل من ١٠٠ درجة

ثم ان الغازات او السوائل المماثلة للهواء تسخن مثل السوائل بان يتكون عنها  
قواقع خاصة تصعد وقواقع باردة تنزل محلها ويكون اتصال الحرارة المستقيم  
كبدا بين اجزاء الغازات اكثر منه بين اجزاء السوائل  
ومنى قابلنا كميات الحرارة اللازمة لرفع الماء والغازات الاخرى من درجة واحدة  
من الحرارة فالتا صنف ليبيان ذلك الجدول الآتي فنقول

حرارة خاصة	
١٠٠٠٠	ماء
٨٤٧	بخار الماء
٢٦٦	هوى جوى
٢٩٣	غاز اذروجينى
٢٢١	حمض الكاربونيك
٢٣٦	او كسجين
٢٧٥	ازوت
٢٣٦	او كسيد الازوت
٤٢٠	غاز اولفيان
٢٨٨	او كسيد الفهم

ومنى مخفت الغازات فتتدبنا النسبة لارتفاع حرارتها وتزيد في الحجم بالنسبة  
لكل درجة من الحرارة بالضغط المستقر ١ مقسوما على ٢٦٦,٢٧  
او ٠,٣٧٥ من حجمها على حرارة صفر

والى مسيو جلوسالك ينسب بيان هذه الناحية العظيمة المتعلقة بالسوائل  
المرنة بين ٠ و ١٠٠ درجة ووسعه بعد ذلك مسيو لوبقى وذي لونغ  
فوصل الى اعتدالات كبيرة جدا

ويرى من التجربة كون الزمن الضروري لتحويل بجملة من الماء البارد الى بخار  
يكون اكثر من الزمن اللازم لتوصيل هذا الماء الى الغليان خمس مرات  
اوسنة

وان المتر المكعب من الماء المفروض في اعلا درجة من السخونة اعنى الى  
درجات

٢٨٩، ٣ تقرى بمحو لا الى بخار بضغط ٧٣ ستيفر من الزيت يشغل مسافة  
من مكعب

١٦٩٦، ٤

وعلى مقتضى هذا التعبير نرى ان مترا مكعبا من البخار بضغط ٧٦ ستيفر  
على حرارة الماء المغلي يزن ١٠٠٠ كيلو غرام مقسوما على عدد  
١٦٩٦، ٤ او ٥٨٩ غراما

درجة

وعلى مقتضى تجربة مسيو جلوسال يحدث الماء البارد المرفوع الى ١٩٥٩  
ميليمتر

تحت صفر في الفراغ بخارا يوازن عامودا من الزيت فوق ١٣٥٣، ١ على اعتدال  
ميليمتر

الثلج الذائب ويوازن البخار عامودا من الزيت يفوق على ٥٠٥٩، ٥ وهذا تحت  
كمية البخار الذى يمكن تكويته في الفراغ الحاصل فوق كمية مطلقة من الماء على  
حرارة الثلج الذائب فعلى ذلك يوجد نسبة ضرورية بين زيادة البخار واعتداله  
وقى شغلنا بطريقة مطلقة مسافة عظيمة من الفراغ بكمية معلومة من البخار  
يصير باردا بنفسه

واذا وضعنا مع البخار جسما صلبا او مائعا ابرد منه فان هذا الجسم يميل  
للسخونة

ومتى ادخلنا بخارا جديدا فى مسافة محددة فان حرارة هذا البخار ترتفع ويزداد  
البخار الى حدود معلومة واذا تجاوز هذا الحد فان جزءا من هذا البخار يستحيل



الى سايل وتبقى شدته بعينها  
ومتى وضعنا البخر مع جسم اقل حرارة منه فان هذا البخار يصل الى اعلا درجة  
من الزيادة بقدر الحرارة ويبرد بنفسه ويتحول جزؤه الى سايل حتى يأخذ  
البخار الباقي شدته الناشئة عن الحرارة الجديدة  
وسنبين النتائج العظيمة التي جعلها الطبيعيون الذين علموا عدة تجارب في قوة  
البخار بدرجات مختلفة من الحرارة وفي درجة الحرارة اللازمة لاجداث هذه  
القوة

وقد عمل في انكلترا وفي فرانس كل من وات وسوترن وداليطنون  
وبنات كورت وجاوساك ودولواج ولوبي وكليمان ودوزورم  
وكرستيان عدة تجارب على قوة البخار المختلف الحرارة  
وتدل تجارب ميسو سوترن وكليمان ودوزورم وكرستيان على  
مطابقة شهيرة بينها بهذا الجدول الآتي فنقول

درجات الترمومتر الموائمة لهذه الضغوط			
ضغوط معبر عنها بالضغوط الهوائية	سوترن	كليمان ودوزورم	كرستيان
درجات	درجات	درجات	درجات
١	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢	١٢١ ٣٠	١٢١ ٥٥	١٢٢
٤	١٤٥ ٣٣	١٤٤ ٩٥	١٤٤ ٨٢
٨	١٧٣ ١١	١٧٢ ١٣	١٦٧ ٥٠

وقد اثبتوا صحة قول مارپوت بالنسبة للانخفاضات المتوسطة وهوان تسخين  
بخار الماء المضغوط يكون مناسباً للضغوط التي يحصلها هذا البخار وبالجملة  
قد يكون الحجم مخالفاً بالكلية لهذه الضغوط اذا فرضنا ان الحرارة  
واحدة

وعلى حسب تجارب ميسو جاوساك في صحيفة ٣٧٢ و ٣٧٣

كلما زاد كثافة البخار يزيد حجمه بقدر  $\frac{1}{273}$  لكل درجة من الارتفاع عند ما زادت حرارته وينقص في هذه النسبة لكل درجة من انخفاض الترمومتر المتينة يلزم عمل حساب الجدول الآتي

قياس الضغوط					حجم ١٠٠٠ كيلو غرام من البخار			
في درجات الترمومتر	في الجرج	في ارتفاعات البارومتر		في الحرارة المواظقة لضغطه	في مائة درجة	متر مكعب	متر مكعب	متر مكعب
		بالماء	بالزئبق					
درجة	درجات	مليمتر	امتار					
١٨٢ ٠٠	١٠	٠٠٧٦	١٠٣,٣٦	٠٠٠٧,٩٨	٠٠١٧,٠٠			
١٧٧ ٤٠	٩	٠٠٦٨٤	٩٣,٠٢	٠٠٢٢٨,٧٢	٠٠١٨٨,٨٩			
١٧٢ ١٣	٨	٠٠٦٠٨	٨٢,٦٨	٠٠٢٥٤,٣٧	٠٠٢١٢,٥٠			
١٦٦ ٤٢	٧	٠٠٥٣٢	٧٢,٣٥	٠٠٢٨٦,٧٠	٠٠٢٤٢,٨٥			
١٦٠ ٠٠	٦	٠٠٤٥٦	٦٢,٠١	٠٠٣٢٩,٦٥	٠٠٢٨٢,٣٣			
١٥٦ ٧٠	٥	٠٠٤١٨	٥٦,٨٥	٠٠٣٥٦,٨٦	٠٠٣٠٩,١٠			
١٥٣ ٢٠	٥	٠٠٣٨٠	٥١,٦٨	٠٠٣٨٩,٣٨	٠٠٣٤٠,٠٠			
١٤٩ ١٥	٥	٠٠٣٤٢	٤٦,٥٢	٠٠٤٢٨,٣٦	٠٠٣٧٧,٧٧			
١٤٤ ٩٥	٤	٠٠٣٠٤	٤١,٣٤	٠٠٤٧٧,٠٥	٠٠٤٢٥,٠٠			
١٤٠ ٣٥	٣	٠٠٢٦٦	٣٦,١٨	٠٠٥٣٩,١٠	٠٠٤٨٥,٧٠			
١٣٥ ٠٠	٣	٠٠٢٢٨	٣١,٠٠	٠٠٦٢٠,٧٤	٠٠٥٦٢,٧٠			
١٣٢ ١٥	٢	٠٠٢٠٣	٢٨,٤٢	٠٠٦٧٢,٣٦	٠٠٦١٨,٢٠			
١٢٨ ٨٥	٢	٠٠١٩٠	٢٥,٨٤	٠٠٧٣٣,٤٥	٠٠٦٨٠,٠٠			
١٢٥ ٥٠	٢	٠٠١٧١	٢٣,٢٦	٠٠٨٠٨,٠٠	٠٠٧٥٥,٥٠			
١٢١ ٥٥	٢	٠٠١٥٢	٢٠,٦٧	٠٠٨٩٩,٩١	٠٠٨٥٠,٠٠			
١١٧ ١٠	١	٠٠١٣٣	١٨,٠٩	٠٠١٠٦,٦٦	٠٠٩٧١,٤٠			
١١٢ ٤٠	١	٠٠١١٤	١٥,٥١	٠٠١١٧,٥٩	٠١١٢٣,٣٠			
١٠٦ ٦٠	١	٠٠٠٩٥	١٢,٩٣	٠١٢٨٤,٣٦	١٣٥٩,٩٠			
١٠٠ ٠٠	١	٠٠٠٧٦	١٠,٣٤	٠١٧٠٠,٠٠	١٧٠٠,٠٠			
٩٢ ٠٠	٧٥	٠٠٠٥٧	٠٠,٧٧	٠٢٢١٧,٢٠	٢٢٦٦,٦٠			

٠٢٢٢٩,٣٦	٠٠٣٤٠,٠٠	٠٠٥,١٨	٠٠٣٨٠	٠ ٠٠٥٠	٠ ٨٢, ٠٠
٠٦١٩٨,٣٨	٠٠٦٨٠,٠٠	٠٠٢,٦٠	٠٠١٩٠	٠٠٢٥	٠ ٦٦, ٠٠
١١٨٠١,٠٠	٠١٢٦٠,٠٠	٠٠١,٣٠	٠٠٠٩٥	٠١٢٥	٠ ٥١, ٤٥
١٩٩١٧,٥٠	٠٢٧٢٠,٠٠	٠٠٠,٦٥	٤٧,٥٠	٠ ٦٢٥	٠ ٣٨, ٠٠
٩١٧٣٥,٦٠	١٢٠٦٧,٠٠	٠٠١٤٥٦	١٠,٧١	٠ ٠١٤١	٠ ١٢, ٠٠

وأول من عرف منفعة استعمال قوة البخار مسيو واط لكن ليس بمجرد ضغط  
الجو فقط بل بضغط  $\frac{1}{8}$   $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{3}$   $\frac{1}{2}$  من الضغوطات الجوية بأن يؤثر بقوة  
الطبيعية فإذا قابلنا على مقتضى تجاربه نتيجة كمية ثابتة من البخار إلى  
١٠٠ درجة أى ضغطه جوية من هذا البخار الذى يمتد طبعه فالتأثير نجد  
لامتداد هذا العدد أعنى

$$\text{نتيجة} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{2}{4} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{5}{6} \quad \frac{6}{7} \quad \frac{7}{8}$$

$$١' \quad ١,٧ \quad ٢,١ \quad ٢,٤ \quad ٢,٦ \quad ٢,٨ \quad ٣ \quad ٣,٢$$

وإذا ضربنا حجم البخار الناتج عن كل حرارة فى الضغطة التى يحملها هذا الحجم  
فنتج معنا الثقل الذى يمكن أن يكون مرتفعاً إلى متر واحد وإذا ابتدأنا بقاعدة  
واط على القوة الحاصلة مدة امتداد البخار فالتأثير نحسب بعد ذلك الثقل الذى  
يرفعه البخار وقت امتداده وعلى موجب هذه القواعد صنع مسيو كليمان  
الجدول الآتى الذى طبعه على ورقة واحدة مع الجدول المتقدم وهو هذا

## قوة ميكانيكية

الاجزاء	اللازمة لتحصيل واحد كيلوغرام من البخار	اللازمة لامتداد ضغط ٧١ درجة من البحر من ١٢ درجة من الحرارة	يكون واحد كيلوغرام من البخار مستقلا على ٦٥٠ قزم	اللازمة لكيلوغرام من البحر الذي ينشأ عنه بالاحتراق ٧٠٥٠ قزم
	تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام
١٠	٢١,٥٠	١٠٦,١٢	١٢٧,٦٢	١٣٨,٤١
٩	٢١,٢٨	١٠٣,٨٠	١٤٥,٠٨	١٣٥٦,٦٣
٨	٢١,٠٤	١٠١,١٢	١٢٢,١٦	١٣٢٤,٨١
٧	٢٠,٧٦	٩٨,٣٤	١١٩,١٠	١٢٩١,٧٧
٦	٢٠,٤٥	٩٥,١١	١١٥,٥٦	١٢٥٣,٣٧
٥ ٥٠	٢٠,٢٩	٩٣,٣١	١١٣,٦٠	١٢٣٢,١٣
٥	٢٠,١٣	٩١,٣٥	١١١,٤٨	١٢٠٩,١٣
٤ ٥٠	١٩,٩٣	٨٩,٢٤	١٠٩,١٧	١١٨٤,٠٧
٤	١٩,٧٣	٨٦,٩٧	١٠٦,٧٠	١١٥٨,٢٩
٣ ٥٠	١٩,٥١	٨٤,٣٥	١٠٣,٨٦	١١٢٦,٤٩
٣	١٩,٢٥	٨١,٤١	١٠٠,٦٦	١٠٩١,٧٧
٢ ٧٥	١٩,١١	٧٩,٧٧	٩٨,٨٨	١٠٧٢,٥٧
٢ ٥٠	١٨,٩٦	٧٧,٩٧	٩٦,٩٣	١١٥١,٣٣
٢ ٢٥	١٨,٨٠	٧٦,٠٢	٩٤,٨٢	١٠٢٨,٢٣
٢	١٨,٦١	٧٣,٨٢	٩٢,٤٣	١٠٠٢,٥١
١ ٧٥	١٨,٣٩	٧١,٧٨	٨٩,٧٧	٩٧٣,٦٥
١ ٥٠	١٨,١٧	٦٨,٧٠	٨٦,٨٧	٩٤٢,٢٠
١ ٢٥	١٧,٨٩	٦٥,٤٩	٨٣,٣٨	٩٠٤,٣٥
١	١٧,٥٨	٦١,٦٥	٧٩,٢٣	٨٥٩,٣٥
٧٥	١٧,١٩	٥٦,٨٤	٧٤,٠٣	٨٠٢,٩٥
٥٠	١٦,٧١	٥٠,٣٠	٦٧,٠١	٧٢٦,٨٠
٢٥	١٥,٩٥	٣٩,٥٨	٥٥,٥٣	٦٠٢,٣٠

٠٤٨٤,٣٨	٠٤٤,٦٥	٠٢٩,٤٠	٠١٥,٢٥	٠ ١٢٥
٠٣٧١,٦٠	٠٤٤,٢٦	٠١٩,٦٥	٠١٤,٦١	٠ ٠٦٢٥
٠١٤٥,٢٣	٠١٣,٣٩	٠٠٠,٠٠	٠١٣,٣٩	٠ ٠١٤١

وربما اخطأ الانسان واعتبر اذا تفكر في كونه يحصل مقدار يقرب من النتيجة  
 النافعة الناشئة عن الآلات البخارية بواسطة الجداول المذكورة  
 في صيفي ٣٧٦ و ٣٧٨ حيث انهما يعطيان قوة عظيمة تفوق على  
 حقيقة الاشياء وتتجاوز الحدود في المبالغة واما على مقتضى الجدول المذكور  
 آنفا فانا اذا اردنا حساب الوقود المنصرف والنتيجة الناشئة عن آلة البخار  
 المتحركة بضغطة ويرجع من الضغوط الجوية وتكون قوتها مساوية لقوة  
 عشرة خيول وتحدث على مذهب واط في اربعة وعشرين ساعة قوة  
 ٧٣ دينا ما فلتا نجد ان كمية الوقود المنصرف في اربعة وعشرين ساعة  
 مساوية الى ١١٠٠ كيلو غرام

وكل كيلو غرام من الفحم يعطى ٧٠٥٠ حرما مقسومة على ٦٥٠ اللازمة  
 كيلو غرام

لتحصل كيلو غرام من البخار وهذا العدد يعطى ١٠٠٩٤ من البخار وهذا العدد  
 الاخير اذا ضرب في ١١٠٠ يعطى لنا ١٢٠٣٤ كيلو غراما من البخار  
 ونتيجة الف كيلو غرام من البخار على ضغطة جوية ويرجع تعطى لنا القوة المعبر  
 عنها بهذا العدد ١٧,٨٩ دينا ما فيلزم حينئذ ضرب هذا العدد في ١٢٠٣٤  
 الذي يكون حاصله ٢١٥,٢٩ دينا ما بخلاف القوة الحقيقة فانها لم تكن  
 الا ٧٣ دينا ما في هذه الطريقة يفقد ثلثا القوة كما ظهر بالنظر في حركة  
 الآلات مشلا فبعضا عن ١٢٠٣٤ كيلو غراما الحاصلة من البخار  
 لم تحدث آلة القرب وآلة القازان التي ابتدعها واط سوى ٥٨٠٠  
 اعني اقل من نصف الحرارة باحتراق الفحم وما بقي من فقد القوة فهو الاسطوانة  
 بالتسخين مع الماء البارد وبخراج البخار من المكبس وبطلمبات  
 الخدمة المستعملة في استخراج الماء البارد والهواء اللذين يخرجان من البرودة

بواسطة الاحتكاك وغيرها

فأذن يلزم اعتبار الجدول المتقدمه بانها صالحة بالنظر لذاتها في كونها تبين لنا ان نتيجة الحرارة وقوتها تكون قابلة للاحداث وينشأ منها تشييبات قابلة لان تبين لنا في العملية أى درجة تقرب الانسان من النتائج العقلية  
فاذا اعتبرنا طرق استعمال قوة البخار المختلفة على العموم فالتاثيرى أولا انه يمكن استعمالها بضغط هين بمجرّد القوة التى تحدث البخار الى ١٠٠ درجة بدون امتداد ولا تسخين ومتى تركنا بعد ذلك الامتداد يحدث قوة فالتاثير يزداد قوة جديدة على القوة الاولى كما ذكره واط وعلى حسب النسب التى بينها

ومتى احداثا البخار على ضغط يفوق ضغط الجو البسيط فانه يمكن الاكتساب من قوة البخار بدون تسخين بأن نفقد البخار الحاصل فى كل مرة ثم يمكن منعه من الخروج الى ان يمتد لضغط الجو واذا سمحنا هذا البخار فيمكن ان نضيف شيأ الى هذه النتيجة وبالجملة يمكن ازدياد هذه النتيجة النافعة بأن ندفع الارترقاء تحت الضغطة الجوية وينشأ عن هذه التراكيب المختلفة التى كل واحدة منها تزداد على النتيجة الكلية نتيجة الخاصة عدّة تراكيب آلات مختلفة وسنبين فى الدرس الثالث عشر انه يمكن على مقتضى تجربة واط العمل بضغطة هينة بل وبضغطة تبلغ ضغطة هوائية ونصفا بان نكتسب مرة واحدة من الامتداد والتسخين وسنستكمل فى الدرس الرابع عشر على التراكيب التى تحصل فيما يسمى بالضغطات المتوسطة وتبلغ أربعة أو خمسة من الضغطات الجوية التى تستعمل فى الآلات ذات الضغطات الكبيرة التى تشغل بعدد كبير من الضغطات الجوية

ثم ان مسيو كرتيان عمل على تحصيل البخار عدّة تجارب سنتكلم عليها بالتوالى فاستعمل فازا ناسبوكا كنيفا جدا مغلقا محكا بغطاء من مادته يدور على اطرافه مع اطراف القازان ومثبت عليه مع الصلابة بعدّة مسامير وعمل هذا العلم جميع الاحتراسات اللازمة بحيث يكون غلق هذا الغطاء محكما ويدخل الترمومتر المتيقن فى داخل القازان بعلبة مسدودة بكان سدّا

محكمة ملتصقة بالغطاء مع غاية الدقة والضبط وترتفع الأنبوبة القصيرة التي  
تجري مع غطاء فتاة تلك العلبة في وسط هذا الغطاء وفي تلك الأنبوبة زمام  
نوضع عليه الواح منتظمة من نحاس فيها عدة منافذ مختلفة الاشكال والابعاد  
وهناك اسطوانة صغيرة صلبة من نحاس معلقة في طرف قضيب رفيع جدا  
من نحاس مثبتة على رافعة التوازن تسبح على وجه الماء وبها يعرف ميزان  
الماء في القازان وبها يعرف ايضا كمية الماء المتصاعد وهناك كيس صغير  
من المعدن يدخل فيه الجسم العوام في داخل القازان ويسكنه قهرا مع  
وجود ارتجاجات الغليان وهناك انبوبة اخرى تنفخ قريبا من قعر القازان  
وتنشق الغطاء المتصلة هي به بزمام له لولب محكم وتشارك مع جسم  
الطلوبية الكابسة المعينة لتأدية الماء للقازان ويكون جميع سطح القازان  
الداخلي مساويا ٣٦٤٠ سنتيمترات مربعة ثم ان ١٠ لترات ماء  
التي هي عادة تشحن القازان تكون متحدة مع سطح القازان الداخلي

سنتيمتر مربع

المساوي ٨٢، ٨٩٣ ر ١ ويكون المستوقد كبيرا بحيث يحمل القازان  
بابعاده وموضوعا بشرط ان الالتباب يحيط بالقازان قبل ان يمر بالدخنة  
ويكون جر الكافون متقنا بحيث يمكن تلطيفه مهما أراد الانسان مع غاية  
الراحة ولولا الماء لاجتر قعر القازان جدا من النار التي تحته وقت التجارب  
ومنى كانت النار مرفوعة بكثرة على قدر الامكان فان قصبة الصفيح المكونة  
لقاعدة القازان تكون جراء على الدوام في ارتفاع نحو اربع دسمترات

القسم الاقل من التجارب في تحسيد حصول البخار وخروجه من عدة  
منافذ بواسطة النار القوية التي يمكن جعلها في الكافون وحفظها على هذه  
الدرجة والاعتناء بها ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٥ ميليمترا اولايكون  
للقصبة الاولى المثلثة ١٢ ميليمترا من الطول على ٣ من العرض وينتج  
من الاثني عشرة تجربة ان حرارة الماء والبخار تكون باقية في القازان  
على ١٠٥ درجة وبواسطة الحرارة المستعملة يتصاعد الليتر

من الماء أو كيلوغرام واحد من الماء في ٣ دقائق  
(ثانيا) يكون للفتحة المستديرة القائمة الزوايا ٦ ميليمترات من الطول على ٣  
من العرض ونهاية الحرارة في القازان ١١٥ درجة ويتصاعد لتر الماء  
في ٣ دقائق

(ثالثا) يكون للفتحة القائمة الزوايا ٣ ميليمترات من الطول على ٣  
من العرض ونهاية حرارة الماء في القازان ١٢٨ درجة فيتصاعد لتر  
الماء في ٣ دقائق

(رابعا) الفتحة المستديرة التي قطرها ٢٥ ميليمترات تكون نهاية حرارتها  
١٠٠ درجة ويتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق  
(خامسا) الفتحة المستديرة التي قطرها  $\frac{1}{4}$  ١٢ ميليمترات تكون حرارتها  
في القازان على ١٠١ درجة يتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق  
ميليمتر

(سادسا) الفتحة المستديرة التي يكون قطرها ٢٥ و ٦ و نهاية حرارتها  
في القازان ١١٢ درجة يتصاعد فيها لتر الماء في ٣ دقائق  
(سابعا) متى نزع غطاء القازان فتكون الحرارة ١٠٠ درجة ويتصاعد  
٩ لترات من الماء في  $\frac{1}{4}$  ٢٧ دقيقة

فنتج من القسم الاول من التجارب ان تحصيل البخار يستدعي نفس هذه  
الكمية من الحريق مهما كانت درجة الحرارة التي بها يصل هذا البخار  
وتبين لنا هذه التجارب ايضا كيفية تحديد فتحة المنافذ القليلة لتحصيل  
البخار على جذب معلوم أو بالاختصار جذب البخار ذي ١٠٠ درجة  
من الحرارة

واستنتج مسيو كرسنيان من هذه التجارب ان سطح الفتحة الصغيرة جدّا  
في القازان لكي لا يحدث بنافوره مستمرة الا البخار ذا ١٠٠ درجة يلزم  
أن يكون تقريبا ١٠٠٠ جزء أو ١٢٠٠ من سطح الماء  
المعرض للنار



ارتفاع حرارة البخار وقت خروجه من هذا المنفذ	نسبة سطح المنفذ الى سطح الماء المعرض للنار
درجته ١٠٠٠	الى ١٢٠٠
١٠٠٠,٥٥	٥ ٢٦٠
١١٥	١٠ ٥٢١
١٣٨	٤١ ٠٤٢

وتبين لنا التجارب المذكورة ايضا ان  $\frac{1}{3}$  مترا مربعا من سطح القازان المعرض للنار يحدث في كل دقيقة واحد كيلو غرام من البخار وهذه نتيجة بسيطة سهلة العمل في الصناعة ومع ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة تتعلق بالنار القوية التي يمكن احداثها تحت القازان اى النار التي لم تكن معتادة في الصناعة على الدوام وبناء على ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة من أعظم النتائج الكبيرة جدا واما مع النار المعتادة المنتظمة لا غير فانه لا يتحصل سوى ثلث أو نصف الكمية المذكورة

القسم الثاني من التجارب التي تستعمل في بيان زمن جريان اللتر الواحد من الماء الى بخار بواسطة منافذ بشرط ان تكون الحرارة المتوسطة المتعلقة بالماء في القازان باقية على ١٠١ درجة مئوية لجميع المنافذ ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٧ ميليمترا

اولا الفتحة القائمة الزوايا يكون طولها ١٢ على ٣ من العرض يتصاعد فيها اللتر الواحد من الماء بواسطة في  $\frac{1}{4}$  ٨ دقيقة

ثانيا الفتحة القائمة الزوايا من ٦ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض مدة التصاعد المتوسطة لتصاعد اللتر من الماء بهذه الفتحة في ١٨ دقيقة

ثالثا الفتحة القائمة الزوايا من ٣ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض تكون مدة التصاعد المتوسطة للتر واحد من الماء بهذه الفتحة ٣٤ دقيقة

وفي هذه التجارب كان يلزم تلطيف النار لكي لا يتجاوز ١٠١ من الدرجات المتوسطة وهذا ما بوضوح مدة تصاعد الماء الطويلة

وبناء على ذلك انه بواسطة منفذ تكون سته ٥٦٦٠ جراً من  
سطح الماء المعرض للنار الملقطة لكي لا يرفع البخار اكثر من ١٠١ من  
الدراجات المئينية  $\frac{1}{7}$  امتار مربعة لا تكفي الاتصاعد كيلوغرام  
واحد من الماء في ٣ دقائق

وتبين لنا التجارب التي ذكرناها انها ان مدة خروج ثقل معلوم من البخار من  
منفذ تكون تقريباً عكس سطح المنافذ وهذا ما يدل على ان السرعة التي بها  
يخرج البخار من المنافذ تكون مناسبة لسطح تلك المنافذ وهذه نتيجة عظيمة  
من النتائج المشهورة ويغني لنا ان نبين ايضاً المنافذ الصغيرة التي يخرج منها  
الماء ويرتفع فوق ١٠٥ من الدراجات المئينية

وقد استنتجنا من القسم الاول من تسلسل التجارب انه ما عدا الفتحة  
المناسبة لسطح الماء المعرض للنار لا يرتفع الماء اكثر من ١٠٠ درجة  
وذلك فيما اذا كان غطاء القازان مرفوعاً بالكلية

واما السلسلة الثالثة من التجارب فانها تستعمل لتحديد مدة جريان ثقل معلوم  
من البخار خارج من فتحة ثابتة ذات ٩ ميليمترات مربعة على درجات  
مختلفة من الحرارة مع ارتفاع البارومتر الذي يساوي ٣٦٢ ميليمتراً

الزمن اللازم لخروج البخار  
في القازان

١٠٥ درجة	١٣ دقيقة
١١٠	$8\frac{1}{4}$
١١٥	$7\frac{1}{4}$
١٢٠	$5\frac{1}{4}$
١٢٥	$4\frac{1}{2}$
١٣٠	$3\frac{3}{4}$
١٣٥	٣

واما السلسلة الرابعة من التجارب التي تزيد فيها الحرارة من ١٠٠ ثم ١٠٠

درجات قائمها تكون

١٠٠ درجة	٤٠١ دقيقة
١١٠	$٨\frac{3}{4}$
١٢٠	$٥\frac{1}{4}$
١٣٠	٤

وفي التجارب المذكورة اعلاه يكون شكل المنفذ الذي يخرج منه البخار في نسبة سطح الماء المعرض للنار كنسبة ١ الى ٢١٤٤ و٢١٤٤ ويمكن استعمال هذه النسبة في المقادير الكبيرة جداً ومن الغريب كون مدة سيلان كيلو غرام واحد من البخار على ١٠٠ درجة تكون في ٤٠ دقيقة مع انها في ١٢٠ درجة لم تكن الا في  $\frac{1}{4}$  دقائق وينبغي لنا ان نلاحظ في هذه الحرارة الاخيرة ان البخار لا يحمل ضغطاً يكاد ان يكون متضاعفاً فقط بل له كثافة متضاعفة ايضاً بحيث ان عدداً كبيراً من الاجزاء الصغيرة يتر من هذه القفحة مع سرعة كبيرة

ثم ان مادة البخاري وطولها وقطرها له مدخل في تضعيف الحرارة وبناء على ذلك تؤثر في تقليل جذب البخار الذي يسيل من هذه البخاري في زمن معلوم وقد عمل مسيو كورستان فيما يتعلق بهذا الغرض عدة تجارب فاستعمل لذلك بخاري من رصاص حيث ان هذا المعدن اقل توصلاً للحرارة من النحاس والحديد

اول سلسلة من التجارب مع مجرى من الرصاص لها ١.٤ متر من الطول على ٩ ميليمتر من قطرها الداخلي

حرارة البخار في داخل مجرى

١٠٠ درجة	٩٩ $\frac{1}{4}$
١٠١	٩٩ $\frac{1}{2}$
١٠٢	٩٩ $\frac{3}{4}$

١٠٠	١٠٣
$١٠١\frac{٢}{٣}$	١١٠
$١٠٣\frac{٢}{٤}$	١١٥
١٠٥	١١٨

السلسلة الثانية من التجارب تستعمل في غطاء طول المجرى بواسطة  
كينارات من الجوخ

٩٩	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{٢}{٣}$	١٠١
$٩٩\frac{٢}{٤}$	١٠٢
$٩٩\frac{٤}{٥}$	١٠٣
١٠٠	١٠٤
$١٠١\frac{٢}{٣}$	١١٠
$١٠٣\frac{٤}{٤}$	١١٥
١٠٥	١١٨

السلسلة الثالثة من التجارب مع المجرى المتقدمة غطاء بالكينار ومحولة الى  
٨ امتار من الطول

$٩٩\frac{١}{٣}$	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{٢}{٥}$	١٠١
$٩٩\frac{٢}{٦}$	١٠٢
١٠٠	١٠٣
$١٠٢\frac{٢}{٦}$	١١٠
$١٠٥\frac{١}{٢}$	١١٥

السلسلة الرابعة من التجارب مع أنبوبه قدرها ٨ امتار بدون غطاء

$٩٩\frac{١}{٣}$	١٠٠ درجة
$٩٩\frac{٢}{٦}$	١٠١

٩٩ $\frac{3}{4}$	١٠٤
١٠٠	١٠٣
١٠٢ $\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٤ $\frac{1}{4}$	١١٥
السلسلة الخامسة من التجارب مع مجرى محولة الى ٤ امتار من الطول بدون غطاء	

٩٩ $\frac{1}{4}$	١٠٠ درجة
٩٩ $\frac{3}{4}$	١٠١
١٠٠ $\frac{1}{4}$	١٠٢
١٠٤ $\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٥	١١١

السلسلة السادسة من التجارب مع انبوبة قدرها اربعة امتار مغطاة بالكينار المذكور

٩٩ $\frac{3}{4}$	١٠٠ درجة
٩٩ $\frac{5}{6}$	١٠١
١٠٠ $\frac{1}{4}$	١٠٢
١٠٤ $\frac{1}{4}$	١١٠
١٠٥	١١٨

السلسلة السابعة من التجارب مع انبوبة قدرها اربعة امتار من الطول بدون غطاء وتبل بالماء البارد الى ١٥٠ درجة من الطول على نحو نصف من الطول وعلى عدة مرات

قطعة الخار	١٠٠ درجة
٩٩ $\frac{1}{4}$	١٠١
٩٩ $\frac{3}{4}$	١٠٢
٩٩ $\frac{5}{6}$	١٠٣

٩٩ $\frac{3}{4}$	١٠٤
١٠٠	١٠٥
١٠٣	١١٠
١٠٣ $\frac{1}{4}$	١١١

وعلى مقتضى هذه التجارب يرى انه لا يظهر ان طبيعة الجوهر المركبة منه البخاري لا تتؤثر شيئا في اتلاف الحرارة التي تحصل للجري البخاري في حدود الطول الذي ذكرناه آنفا ويرى ايضا ان طول الانبوبة يؤثر تأثيرا بينا في فقد الحرارة وحيث اتنا فرض ان هذا الطول يساوي بالتوالي ١٢ مترا و ٨ امتار و ٤ امتار يلزم ان البخاري يكون في مدخل الجري على حرارة ١١٨ درجة من ١١٥ درجة ومن ١١١ درجة لكي تكون الحرارة في مخرج هذه الانابيب الاصلية محولة الى ١٠٥ من درجات الحرارة

ومتى كان قطر الجري صغيرا جدا بالنظر الى كمية البخار التي يخرج بها في زمن معلوم فيكون فقد الحرارة جسيما جدا فلذا يظهر لنا اذا اعتبرنا التجارب المعمولة مع الجري التي قطرها ٩ ميليمترات ومع التجارب الاخر المصنوعة مع الجري التي قطرها ٢٠ ميليمترا والجري التي قطرها ٢٣ ميليمترا وبالجمله متى رفعنا الحرارة مع هذه الجري الاخيرة الى ١٠٦ من درجات الحرارة في القازان فانها لم تنزل الا الى درجة ١٠٥ في مخرج الانبوبة التي طولها ٤ امتار

وهذه التجارب التي يجب ذكرها توصلنا الى مباحث من هذا الجنس مقوية لتعيين الابعاد التي تصلح لعدة اجزاء من آلات البخار ولاجل احداث دينام واحد من القوة مع آلات البخار على حسب طريقة مسيو واط يلزم (اولا) ٨٥ كيلو غراما من البخار وبالجمله يلزم قدر هذا العدد من الماء المراد دخوله في القازان (ثانيا) ١٨ كيلو غراما من الفحم وقد رذلت ست مرات من الماء وست مرات من الفحم تعطى لنا قوة الحصان

في اربعة وعشرين ساعة ويمكن ان تستعمل هذه البخاريب البسيطة  
في حساب الابعاد التي تكون في الاجزاء الاصلية من الآلات التي سنذكرها  
في الدرس الآتي تفصيلا

وستنكلم في هذا الدرس على الكوانتين على موجب استعمال واط وهناك  
كوانتين آخر موضوعه بكيفية بحيث يتفاد الدخان في المستوقد لا حترقه  
وذلك كالافران والكوانتين التي تحرق الدخان ولا يشأ عنها فوائد كثيرة الا اذا  
حرق فيها جلة جسيمة من الوقود دفعة واحدة وبها يحصل أولا على توفير جزء  
من الوقود المفقود وعلى حسب العادة وزيادة على ذلك تنقص الضرر العظيم  
الذي يحصل في كثرة الدخان الذي يخرج من مداخل آلات البخار وتشغل الجوف  
وتنسخ منها الاشياء التي تترك عليها وتترك فيها ذرات صغيرة من الفحم وغيره  
ويصير هذا الضرر جسيما في المدن الكبيرة كدينة برمنغام ولوندره  
التيين يحرق فيهما كمية كبيرة من فحم الحجر في عدة مداخل من البيوت  
والصنائع

### \* (الدرس الثالث عشر) \*

(في الكلام على آلات البخار على طريقة واط)

واقول من ذكر في سنة ١٦٦٣ من الميلاد وصف التركيب الذي يشبه  
تركيب آلات البخار هو امير وورستير حيث عرض في شأن استعمال  
قوة الماء البخارية لرفع الماء اكثر من ١٢ مترا اذا جبر انسان على كونه  
يدور لولين بالتعاقب يلزم ان الماء البخاري متى فرغ من الاناء الاول لا بد  
وان يكون اناء ثان مملو من الماء البارد يورق في نوبته وهكذا الى ما لا نهاية  
وبعد مدة ابتدع باين حله المشهورة المغلوقه التي ماؤها ساخن جدا بحيث  
يكون فيه قوة لذوبان العظام وجواهر اخرى حيوانية صلبة والتم بآن يستعمل  
قوة البخار الكبيرة كالقوة المحركة وان لم ينبج في تجاريه  
واما الامير ساوري فانه لما كان او فرحظا من باين فنجح في رفع كيات  
قليلة من الماء على ارتفاعات صغيرة وان لم ينبج في تصاد المعادن العميقة

وعلى مقتضى قانونه الذي عرضه في شأن رفع الماء الى ارتفاع لم يزد عن ١٠  
 امتار حدثت عدة آلات وبنوا من هذه الآلات جملة كبيرة في احدى ملاحات  
 جنوب فرانس التي يلزم فيها رفع الماء الى ٥٠, ٥٠ امتار قطوعيب آلة  
 ساوري هو كثرة التكاليف ومصاريف البخار وبالجملة كثرة الوقود وظهر لنا  
 بالتجربة ان  $\frac{11}{13}$  جزءا بالاقل من البخار الحاصل تكون ساخنة بلا فائدة  
 والذي يكون مستعملا منها مع الفائدة النافعة هو  $\frac{1}{13}$  فقط وقد بد لنا جميع  
 الجهود ان في تقيص ضياع البخار في الآلة المذكورة التي عيبها كونها  
 تخلط هذا البخار مع الماء الذي ترفعه

ومن جملة مهندسي معادن كورناي الذين كانوا يشتغلون كثير بالطرائق  
 تطبيق آلات البخار في تصفية المعادن فوكرمان الحداد وهو الذي أراد  
 حل هذه المسألة وهما الصورة الآلة التي اخترعها

وهي أن البخار يخرج من القازان الكبير بانبوبة عمودية ويرتفع في اسطوانة  
 تحتوي على مكبس ويكون الجزء الاسفل من الانبوبة محكم القفل بلوح معدني  
 دائر حول محور عمودي متحرك بواسطة ملوى صغيرة ويحمل المكباس قضيبا  
 رأسيا يوجدي آخره سلسلة مثبتة على قوس دائرة مثبتة على رافعة ويحمل  
 الفرع الآخر من الرافعة قوسا من الدائرة وسلسلة معلقة في مكباس الطلومبة  
 المعلقة لرفع المياه ويوجد فوق الاسطوانة صهر يربط مشترك مع القاعدة السفلى  
 من الاسطوانة بانبوبة منحنية وهما للولب ذو ملوى يمنع عند الاحتياج مرور  
 الماء بهذه الانبوبة المنحنية ويسهل الآن معرفة حركة الآلة وهما اذا أردنا  
 رفع مكباس الاسطوانة فالتاقل الحنفية التي تمنع دخول الماء في الاسطوانة  
 وتفتح الحنفية التي تخرج البخار الذي يتدد في الاسطوانة وترفع المكباس ومتى  
 بلغ المكباس نهاية سيره فالتاقل حنفية البخار وتفتح الحنفية الاخرى  
 في الحال ينزل ماء الصهر يربط في الاسطوانة وحيث انه ابرد من البخار فانه  
 يستعمل في معادلته ومتى تحول هذا البخار الى حجم قليل جدا فان ضغطه  
 الهواء المؤثر في المكباس تصير قوية وتنزل هذا المكباس وفرع الرافعة المقابل له



معا ويرتفع الفرع الآخر من الرافعة بهذه الحركة وبالجمل يرفع ميكاس الطلومبة  
المعدة لتصفية المياه

ويرى على حسب ما تقدم ان طريقة ساورى كانت تحرك طلومبته بضغطه  
الجوار والجلو المتعاقبة بخلاف آلة نووكومان فانها كانت ترفع الماء بضغطه  
الهواء فقط وانما البخار كان مستعملا فيها كطريقة السرعة التي تحدث  
فراغا بالواسطة التي بها تحرك الضغط الهوائية على الرافعة التي تنقل القوة  
الحركة ولا يلزم مع آلة نووكومان استعمال البخار ساخرنا جدا بل يمكن  
أن نجري العملية بدرجات لطيفة من الحرارة وبناء على ذلك نوفر جملته من  
الحريق ولم نخش ضررا ولنبيين ان نهاية قوة آلة نووكومان لا تتوقف على  
قوة الغازات والاسطوانات لاجل مقاومة ضغط البخار بل تتوقف على الابعاد  
التي يمكن وضعها لها مع الفائدة كبقية اجزاء الآلة وبالجمل يمكن تطبيق  
آلة نووكومان مع السهولة لتوصيل القوة الحركة على كل نوع من انواع  
الآلات بواسطة الرافعة التي تستعمل فيها

وقد شرعنا سنة ١٧٠٥ في أن نستعمل هذه الآلة وفي سنة ١٧١٢  
صار اغلب مشكلات استعمالها في غاية السهولة وقد شرعوا في ابطال شغل  
الرجال لكي تفتح وتغلق الخنفيات نارة واخرى وأجريت هذه العملية لحركة  
الرفاص الاعظم ولم يحصل للآلة استكمال مشهور سنة ١٧١٧ وينبغي  
التنبية على فائدة آلة نووكومان

وقاسوا حرارة الماء المستعمل في تسخين البخار في هذه الآلة عندما يخرج  
هذا الماء من الاسطوانة بعد التسخين فوجدوا ان حرارة الماء تتغير من ٦٠  
الى ٨٠ درجة مئوية وهذا هو ارتفاع الحرارة الاعظم الذي يبين لنا ان  
البخار في الاسطوانة وقت اتقياده لضغط الهواء يوجد فيه مقاومة عظيمة  
جدا ولا آلة نووكومان ضررا فهو كونهما تبرد الماء ميكاس والاسطوانة  
برش الماء وبالجمل متى كان الميكاس والاسطوانة باردتين فانهما يساعدان  
على تبريد البخار وقت نزول الماء ثانيا ويضعفان قوة النتيجة وسرعتهما

وقد تبه ارباب الميكانيكة على انه في حركة المكاس المتوالية التي تستعمل في نزع المياه يلزم أن يكون صعود هذا المكاس أسرع من نزوله وفي النزول تنقص المقاومة وفي الصعود ينقص ضيق الماء ولم تزل آلة نووكومان تستعمل في ارتفاع المياه دون غيرها الى عصرنا هذا وضع ذلك في سنة ١٧٥٨ اعطى ميسيو كان فيتريرالد في المصطلحات الفلسفية طريقة في تحويل الحركة المتوالية المتسوية الى آلة نووكومان الى حركة الدوران المستمرة بتركيب الطارات المضرسية والمدورة بشرط أن تكون الطارة الاولى المضرسية مثبتة على الرافعة الكبرى واول من عمل هذا التحويل ونجح فيه هو ميسيو واط والضرر الاصل في آلة نووكومان هو كثرة الوقود في شغلها ومثلها

متر

التي يكون قطراسطواتها ١,٢١ وتشتغل ليلا ونهارا بحيث تحرق في السنة نحو ٤٦٥١٢٠٠ كيلو غرام من الفحم العظيم واذا أردنا نزع المياه من معادن الفحم كما تستعمل ذلك في حرق قطع الفحم التي يمكن استعمالها مع المشقة فينشأ عن هذه الآلات كثير من المنافع ويمكن استعمالها ايضا في بعض معادن اخرى لتأدية المياه الضرورية للولايات العظيمة المتسعة وكذلك لبعض الاشياء النافعة وبالجمله تستعمل في جميع ما يقتضي به كمية كبيرة من الوقود لتحصيل المطلوب ولكن في اغلب الاحوال يمنع الاسراف في الوقود لاستعمال هذه الآلات

ولما استكشف الحكيم بلاك كمية الحرارة الخفية التي يصاحبها الماء لكي يصير بخارا عرفنا من هذا الاستكشاف أن نعطي لآلة نووكومان درجة جديدة في الاستكمال والاولى أن نقول أن يعمل منها آلة جديدة وهذا من أعظم المنافع التي احدثها جام واط في العلوم والصناعة وقد عرف الخبير بلاك بالتجربة أن كمية البخار الناشئة عن الحرارة التي تفوق على الغليان تكون مناسبة دائمة لسطح الآتية المعرض لل نار بالباشرة سواء ترك البخار متفترقا بمجرد حصوله او تركا الحرارة مجمعة في الماء ثم فتحنا

الآتية بعد ذلك لكي يخرج البخار منها

ومن هذه الحوادث ينتج أن من المستحيل توفير كمية الحرارة الضرورية لتحويل الماء إلى بخار ولكن يمكن توفير الحرارة بحيث لا يفقد منها شيء كثير وهذا ما عمله جام واط فشاهدا ولا تسخين اسطوانة آلة نووكومان وتبريد هذه الاسطوانة

وهذا ما ينشأ عنه ضياع الحرارة بدون منفعة حقيقية وهذه المشاهدة هي التي وصلت إلى تسخين البخار خارج الاسطوانة وهذا هو الاستكمال الأكبر الأصلي الذي يفسب إلى واط

وقد بينا في اللوحة الثامنة على مقتضى طريقة واط مسقطا قازان البخار الأفقي الرأسى وبدلنا شكل ١ على ارتفاع القازان بالطول المشاهد في الخارج وشكل ٢ يدل على ارتفاع هذا القازان في جهة عمودية على شكل ١ ) ويكون هذا القازان مشاهدا من جهة المستوقد ( وشكل ٣ ) يدل على مسقط المستوقد الأفقي وعلى وضع القازان وستتكمّل على بعض تفاصيل تخص العمارة فنقول

ان مستوقد **ف** ينركب من جلة قضبان متوازية غليظة من الوسط أكثر من الأطراف ويكون بين بعضها مسافة كافية لنفوذ الهواء ومسافة **د** الفارغة هي محل الرماد الذي تغطيه شبكة **ج** وقازان **ش** الذي يمكن عمله من صفائح الحديد أو النحاس المجمعة بواسطة رؤس المسامير المعينة آتية في الشكل وشكل هذا القازان مثل شكل الاسطوانة التي تكون اضلاعها وقواعدها رأسية محيط إحدى القواعد كما يشاهد في شكل ٢ يكون محدبا ونصف دائرة من أعلى ويكون مجوّفاً من الجهتين كما يكون مجوّفاً من أسفل ويرى في الجزء العلوي من هذا القازان فتحة **ح** التي تسمى بقب الاسنان وتستعمل لدخول الشغال منها في القازان لاجل مسحه وتخليصه وينبغي أن تكون هذه الفتحة صغيرة مهما أمكن فيكون كبيرها بإقيا على حالة واحدة مهما كانت سعة القازان

وفي شكل ١ و ٢ حرف ت يدل على الانبوبة التي تستعمل لادخال  
البخار في اسطوانة الآلة ويعبر عن سدادة الامن بحرف ض ويمكن  
أن نرى سدادة من هذا الجنس مصورة في لوحة ١٢ شكل هـ ف  
وبالجملة حرف ا شكل ١ و ٢ يدل على الانبوبة المغذية التي بواسطتها  
يصل الماء الى القازان وشكل ٤ يدل على قطع مفصل عن هذا المجري  
وسنوضح عن قريب التركيب الذي تعلق فيه

ويسهل علينا معرفة السير الذي تتبعه الحرارة في شكل ١ و ٢  
عند ما تخرج من مستودع ف ويدور جزؤ ١ تحت القازان ويأتي  
آخر هـ ومع ذلك يمكنه أن يمر من هنالك على طول اضلاع هـ و هـ  
شكل ٢ ويأتي في هـ شكل ١ ومن ثم يصير القازان ساخنا ليس  
من الجزء الاسفل قط بل في جميع امتداده من اضلاعه الاربعة الرأسية  
المتصلة وبعد تدويره بطريقة محكمة يأتي اللهب والدخان في مجرى ا  
شكل ٣ ثم في المدخنة التي يستدل على مقطعها الاثني بحرف ك  
شكل ٣

ولنصف الآن الجهاز المغزي شكل ٤ فنقول ان حرف ث يدل على  
المقطع المصنوع رأسيًا في جهة طول القازان و ا يدل على انبوبة الغذاء  
كما ذكرناه آفا ويدخل بطرفه الاسفل في ماء القازان ويحمل في طرفه الاعلا  
حوض ر الصغير الذي يشترك مع الانبوبة بالقنطرة التي تقفلها السدادة  
وتحمل هذه السدادة قضيب ت المعلق على رافعة ل ل المعلق فيه  
بقضيب ت جسم ف العوام الذي يسبح على وجه ماء القازان ويصعد  
هذا الجسم العوام وينزل مع مساواة الماء المستقر في القازان ومتى صعد الماء  
فانه يصعد معه ذراع ل وينزل ذراع ل المنسوب من رافعة ل ل  
وقضيب ت ينزل ويقفل مع السدادة المثبتة عليه فتحة الانبوبة المغذية  
وبعكس ذلك متى نزل الماء المستقر في القازان فان الجسم العوام ينزل بكثرة  
وكذلك ذراع ل من الرافعة ينزل وذراع ل يرتفع وبالجملة قضيب ت

ينزل مع السدادة الصغيرة وهذا ما يسوغ للماء المقذى النزول من الحوض  
في القازان وبهذه الطريقة يلزم أن لا يكون في القازان الا الماء اللازم لاستعمال  
آلة البخار بحيث لا يكون قليلا جدا ولا كثيرا جدا  
وهناك جسم عوام آخر يعبر عنه بحرف **ف** موضوع في انبوبة **ا** المغذية  
ومتعلق في سلسلة **ض ض ض ض** ونشق هذه السلسلة الحوض بان نمر  
في مجرى معدنية رأسية وتدوير على بكرتي **ح ح** لكي تتعلق بالفرن  
ومتى صار البخار في غاية السخونة وكان ماء انبوبة **ا** مدفوعا بقوة شديدة  
جدا فان جسم **ف** العوام يصعد مع الماء ويتقل فم القرن بالنسبة  
لارتفاع الجسم العوام وبهذه الطريقة يتقصون شدة الاحتراق وبها تنقص شدة  
البخار في القازان

وشكل **٥** يدل على جسم **ف** العوام ورافعة **ل ل** تحمل  
الدليل المعبر عنه بحرف **ع** الذي يمشي على قوس شدة المدرج  
ويستعمل هذا المدرج في معرفة ارتفاع الماء في القازان معرفة جيدة  
ويجب علينا الآن بعد ما وصفنا طريقة حصول البخار أن نبين حركة آلة واط  
في الطريقة السهلة وهي الطريقة التي نسميها بذات النتيجة البسيطة  
ثم نوضح الحركة ذات النتيجة وتختلف آلة واط ذات النتيجة الواحدة عن  
آلة نووكومان ذات النتيجة الواحدة ايضا يكون البخار يشتغل دائما سواء كان  
في صعود المكاس او نزوله بخلاف آلة نووكومان فانه لا يؤثر فيها الا في صعود  
المكاس فقط

ولنبحث الآن على حالة الآلة العمومية شكل **٢** لوحة **٥** نقول  
حرف **ك** الذي هو طلمبة التفريغ الدالة على نتيجة الآلة وتتحرك  
بقوة رفاص **ح ث خ** وحرف **ب ب** يدل على الاسطوانة وحرف  
**س** يدل على المكاس الذي يصعده ونزوله يتحرك رفاص **ح ث خ**  
وحرف **ا** هو القازان الذي يوصل البخار تارة فوق مكاس **س** وتارة  
تحتة بانبوبة **ر** في وسط سدادي **ت ت** وتكون اسطوانة **ب ب**

مغلوفة من اعلا ومن اسفل بالواح من حديد ملصوقة مع الصلابة على محيط هذه الاسطوانة

ولنفرض الآن أن مكبس  $\Gamma$  يوجد في أعلا سعة

فحينئذ ذلك سيقطع سداة  $\Gamma$  وتفتح سداة  $\Gamma$  وينقل البخار من القلطان في سعة الاسطوانة الاعلا المبردة بحرف  $\Gamma$  وينزل للمكبس  $\Gamma$  في هذا البخار

حينئذ يفتح المكبس  $\Gamma$  وينزل للمكبس  $\Gamma$  في هذا البخار

وحينئذ يجد البخار المتجمع في سعة  $\Gamma$  مقدما من سداة  $\Gamma$  من حيز  $\Gamma$  في سعة  $\Gamma$  في سعة  $\Gamma$  السفلى من الاسطوانة

ويقل هذا البخار في هذه السعة السفلى عندما يجرى ثقل جميع الاشياء المحيطة في ذراع  $\Gamma$  من الرافص ويرفع ذراع  $\Gamma$  الآخر الذي يضعه المكبس  $\Gamma$

وهناك يضغط البخار على حسب مرونة المكبس من اعلى ومن اسفل على حد سواء وبناء على ذلك لا يؤثر هذا البخار اصلا في ميزان رافعة  $\Gamma$

ومنى وصل مكبس  $\Gamma$  اعلا الاسطوانة فان سداة  $\Gamma$  السفلى تقطع باثنا وسداة  $\Gamma$  العليا فتح فيئذ يدخل البخار الجدي في سعة  $\Gamma$  العليا لكي ينزل للمكبس  $\Gamma$  كما شاهدناه

ولكي ينزل المكبس  $\Gamma$  يلزم توزيع البخار المتجمع في سعة  $\Gamma$  السفلى من الاسطوانة وهذا يعمل بجهاز المبرد او المسخن وهو الذي بقي علينا وصفه

وهذه الطلمبة تدل على مجرى  $\Gamma$  وشكل التي تصل بذراع انبوبة  $\Gamma$  وتكون ذراعي  $\Gamma$  والذين يوجد في كل واحد منهما طلمبة معبأة وهاتان الطلمبتان يتحركان برافص  $\Gamma$

وفي مجرى  $\Gamma$  يدخل فرع  $\Gamma$  من انبوبة يكون فرعها الآخر من متصل في الماء البارد الذي يحوي عليه جوص  $\Gamma$  وعادة  $\Gamma$  تفتح

أوتنع دخول الماء المبرد في الانبوبة  
ومتى حصل ذلك فإن سدادة **ت** تقفل عند ما تفتح سدادة **د** ويصعد  
الماء البارد بفرع **ح** من السدادة ويخرج جهة البخار المتجمع في قوى  
**ب** **ق** وهذا الماء يسخن البخار ويضع على هيئة مطر جهة قاع **ع** ويفتح  
سدادة **م** ويخرج في جزء **ن** وفي هذا الزمن يخرج من البخار الغير  
المسخن ومن الهواء الجوى ماء بارد  
ويسهل المرور بطلمبة **ك** الجاذبة التي يرتفع مكبسها متى نزل مكبس  
**ض** بحركة الرصاص **ح** **ث** **خ** ويخرج الهواء الجوى بقوة هذه الطلمبة  
وبطلمبة **ز** ايضا  
وبهذه الطريقة يشتغل البخار المسخن والماء المبرد والهواء الخارج من هذا  
الماء ومن البخار الغير المسخن حرارة نحو ٤٠ درجة في نقطة **ن** ولا يمكنها  
التأخر وبالجملة متى نزل مكبس **ض** الى اقصى درجة فانه يشرع في الصعود  
ثانياً وحيث كان البخار اخف من الهواء فيعالوه بمروره ويدفع الهواء الذي  
يفصله عن الماء البارد ويضغط الماء البارد بانحداره مع سدادة **م** ويقفل  
هذه السدادة ومع ذلك فإن مكبس **ك** ينزل عند ما يصعد مكبس **ض**  
فبناء على ذلك يلزم ان الهواء والماء المنصرمين في **ع** يتران فوق مكبس  
**ك** لكي تضغط في نقطة **ل** عند ما يصعد مكبس **ك**  
ثم ان طلمبة **ز** الثانية الجاذبة التي تأسست تقفل الماء المنصرم في نقطة **ل**  
الى مجرى **غ** لكي تنزل في قازان **ا** وحيث كان الهواء اخف من الماء  
فانه يخرج من انبوبة **ت** قبل أن ينزل ماء المبرد في القازان  
وتم طرق مخصوصة لتسعمل لتقيص فتح سدادة **د** على حسب الارادة  
ولتلفظ بسرعة تسخن البخار  
وجميع الحركات التي ذكرناها تكون متحدة بحيث انها تعمل كلها بحركة الرصاص  
والمكبس فقط ولم يتح الانسان الا لكونه يحفظ النار تحت القازان دائماً  
وقبل أن نعرف تفاصيل تركيب الآلة البخارية ذات النتيجة المزدوجة  
شكل **ا** لوحه **٩** يجب علينا أن نبين بطريقة الاجمال كيفية تلقى

الحركة العامة وهي أن الجار عند خروجه من القازان يكون حاصلين  
 اسطوانتي  $\Gamma$  و  $\Delta$  ث  $\Gamma$  اللتين محورهما واحد وبالجملة فان  
 اسطوانة  $\Delta$  ث  $\Gamma$  تحيط باسطوانة  $\Delta$  ث  $\Gamma$  وبتركيب درجة  $\Gamma$   
 التي تصعد وتنزل بمخارج  $\Gamma$  يمر الجار بالتعاقب فوق مكبس  $\Gamma$  وتحت  
 بحيث يجبره بالنزول تارة وبالصعود أخرى ويكون هذا المكبس متبادلا  
 على قضيب  $\Gamma$  الرأسي الذي يتقل حركته بواسطة متوازي الاضلاع  
 $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$  التي تتحرك في مستوى رأسي حول محور  
 $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$  وهذه الرافعة تنزل مع مكبس  $\Gamma$  ومن جهة  $\Gamma$   
 يرفع ويخفض بالتعاقب يلة  $\Gamma$  اليابسة التي تدور حول  $\Gamma$  حول  
 محور  $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$  ويحمل هذا المحور  $\Gamma$  طائر  $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$  الذي  
 يستعمل لانتقال الحركة مع الاتظام وبالجملة فيمحور  $\Gamma$  يتقل عمل آلة  
 الضار الى ما ينبغي بما مود الطبقة

وبالجملة فالآلة التي وصفناها آتفاقي الحركة المستقيمة من اعلى الى أسفل  
 ومن أسفل الى اعلى مثل حركة مكبس  $\Gamma$  الى حركة مستديرة مستمرة  
 كحركة طائر  $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$  وحركة عمود الطبقة المتحركة بمحور  $\Gamma$

ولنبحث الآن عن كيفية انتقال البضار تارة من فوق المكبس وتارة من تحته  
 وعن كيفية تجمع البضار من جهة المكبس عند ما يخرج الجار المجتمع من  
 الجهة الاخرى بتأثير الحرارة

وشكل ١ لوحة ٩ يدل في الآلة ذات النتيجة المزدوجة على قطع مواز  
 لمستوى رافعة  $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$  الكبرى وطائر  $\Gamma$   $\Delta$   $\Gamma$

وبيان لوحة ٨ نعرف الطريقة التي بها يحصل البضار وقد رأينا انه عند  
 خروجه من القازان يمر بالهبوبة  $\Gamma$

ولوحة ٩ شكل ١ ) تدل أولا على اسطوانة  $\Delta$  ث  $\Gamma$  المستقيمة  
 الرأسية التي تتحرك في مكبس  $\Gamma$  واسطوانة  $\Delta$  ث  $\Gamma$  الظاهرة  
 التي محورها مثل محور اسطوانة  $\Delta$  ث  $\Gamma$  المستقيمة علافا لهما وبين هاتين



الاسطوانتين يصل الجدار من القاربان من مجرى ت شكل ١ لوحة ٨  
وفي حرف ت شكل ١ لوحة ٩ يرى ما يسمى بالدرج وهو كتابة عن  
نصف اسطوانة رأسية مجوفة تتحرك في تعشيق على صورتها وفي ايرى على  
قياس كثير لوحة ١٠ سطح ت شكل ٢ وارتفاع شكل ١ و  
بين الدرج والاسطوانة الخارجية اى غطاء ث ث فراغ به يتم ممر الجدار  
الذي سنبينه بالتعاقب

وفي شكل ١ لوحة ٩ وشكل ١ لوحة ١٠ يكون الدرج  
صاعدا مهما امكن وفي شكل ١ لوحة ١٠ يكون نازلا بالكيفية وهذه  
هي حركة الجدار في هذين الموضعين

وفي موضع شكل ١ لوحة ٩ و ١ لوحة ١٠ الذي يكون فيه  
الدرج عالياً ينقل الجدار الذي يديه القاربان من صه بين درج ت  
واسطوانة ت لكي يصعد فوق اسطوانة ث ث مجرى ع وينزل  
المكس وفي وضع هذا الدرج يكون اسفل الاسطوانة مشتركا مع قمتان  
ت ت مجرى و شكل ١ لوحة ٩ التي توصل للمبرد والمسخن  
فعند ذلك يمشى الجدار الداخل تحت المكباس

ومضى وضع المكباس الى آخر سيره فان الدرج يصعد نائبا وياخذ الوضع الذي  
يدل عليه شكل ١ لوحة ١٠

والجدار الذي يأتي من القاربان ويمر في صه ينزل في نقطة ت تحت المكباس  
الذي يطأه وبالعكس ينزل الجدار المجتمع على المكبس في نقطة ع وفي وسط  
ت من الدرج الى ع لكي يرجع في نقطة ت في المسخن فاذن يصعد  
المكباس

وشكل ١ من لوحة ١٠ يعرفنا الطريقة التي تكون بها سدا ص  
مفتوحة كثيرا أو قليلا وهذه نتيجة سنبينها

فاذن نقول ما الطريقة التي يصعد وينزل بها بالتعاقب درج ت فالجواب  
ان دائرة ه الخارجة عن المركز شكل ١ لوحة ١٠ توضع على

محور  $ض$  من الطائر ويكون الطوق المعد في الذي تدور فيه هذه  
الدائرة مثبتا على مثلث  $من م$  وتكون  $لن$  التي هي رأس هذا المثلث  
متحدة مع رافعة  $لن ح خ$  المتقاسة بالذراع وقطة  $ح$  تدل على محور  
ثابت تدور حوله الرافعة متى دارت الدائرة المختلفة المزك مع الطائر وهذه  
الدائرة تقدم مثلث  $من م$  تارة وتؤخره أخرى وهذا ما ينشأ عنه حركة  
صغيرة لذهاب رافعة  $لن ح خ$  وإيها وبالجمله فانه يصعد وينزل بالتعاقب  
طرف  $خ$  الذي يرفع وينزل قضيب  $ف ف ب$  الرأسى المثبت على النهاية  
السفلى من درج  $ب$  (الحكل  $أ$ ) ومعنى دار الطائر دورة كاملة فان المكبس  
يسير سيرا كاملا في الصعود والنزول وكذلك الدرج يسير مثله في الصعود  
والنزول مع غاية السرعة واذا ابتدأت الحركة مرة في السير تستمر على الدوام مع  
الانظام

ولنتقل الى حالة التركيب المتعلقة لتسخين البخار فنقول اننا نرى رافعة  $ل$   
الاقنية شكل  $١$  لوحة  $٩$  التي يطلع طرفها وينزل بالتعاقب قضيب  $ل$   
الرأسى لكي يفتح ويغلق مجرى  $هـ$  للماء الذي ينصب في المسخن وتكون هذه  
الحركة المتوالية كحركة الدرج منتظمة برافعة  $لن ح خ$  المتقاسة بالذراع  
وتستعمل طلموبية  $ح$  لاجراج الماء المسخن وتكون هذه الطلموبية  
بمختركة هجزة  $و$  من متعلق بموازي اضلاع  $ل من م و$  وبالجمله فان  
كلام من مكاس  $ح و ح$  يصعد وينزل في آن واحد  
وفي الآلة ذات التيجتين كما في الآلة ذات النتيجة الواحدة يكون الماء المبرد  
بعد أن يمصر البخار ويقع من قطة  $ك$  الى قطة  $ك$  مرفوعا بطلموبية  
 $ح$  الاولى وبطلومبة  $ح$  الثانية

وشكل  $١$  يدل على كيفية تسحق الذكر هنا وهي مجرى  $ف ف$  التي يمر  
فيها الهواء والماء المبرد والمجدوبان بطلموبية  $ح$  وقد يخرج الهواء بلا معارض  
عند ما يرفع لولب  $ف$  ويقع الماء المبرد المصفى من هذا الهواء في حوض  $ر$   
الذي ينزل منه في القاربان بواسطة طلموبية  $ح ح$

وهناك طلمبة ثالثة  $\text{ح} \text{ع}$  نستعمل بلذب الماء البارد ولا متسلا  
حوض  $\text{ر}$  الذي يوصل في نقطة  $\text{ه}$  الماء المعقل للتبريد  
ثم ان لوحة ١١ تين لنا على قياس كبير عدة تفاصيل مهمة من آلة واط  
المعبر عنها في شكل ٢ لوحة ٩

وتدبين في لوحتين بحرفي  $\text{ح} \text{ع}$  ~~مكبس~~ الطلمبة الاولى التي تفرغ ماء  
التبريد ويحرف  $\text{ف}$  انبوبة تفرغ هذا الماء مع سداة  $\text{ف}$  واشكال  
٦ و ٧ و ١١ لوحة ١١ توضح لنا هذه الاشياء مع الافادة والتفصيل ويرى  
ان ماء التبريد متى جذب تحت مكبس  $\text{ح}$  فانه يقف للولب  $\text{و}$  ويكون  
مكبس  $\text{ح}$  متشجبا بلولبي  $\text{ش ش}$  اللذين يقفان عند ارتفاع المكبس  
ويمتنعان بضلعي  $\text{ل ل}$  المعبر عنهما بالقياس الكبير في شكل ٥ و ٦  
وعلبة  $\text{م}$  المشقة تتركز مكبس  $\text{ح} \text{ع}$  يترجم الاحكام

واشكال ١ و ٣ و ٤ و ١١ لوحة ١١ تين لنا تفاصيل المكبس المعدني  
ويكون هذا المكبس مركبا من قاعدة اسطوانية جارية من نافورة واحدة  
وتصنع الجوزة كما يرى في تقطعي  $\text{ف ف}$  في المقطع شكل ٤ وعلى الجزء  
الظاهر من هذه القاعدة نضع مع الاستدارة كلام من صفي قطعي  $\text{ا ب}$   
الكرويتين المتضاعفتين المذكور مقطعهما في شكل ٤ وارتفاعهما مذكور  
في شكل ١ و ٣ و سطحهما في شكل ٢ وتكون هذه القطع معشقة  
منتظمة ويكون الالتحام محكما بحيث يكون طرف الصف واما على طرف  
الصف الاخر في وسط كل قطعة وبالجلة تكون ابواب  $\text{ث ث}$  مضمومة على  
قبوات  $\text{د د}$  الاقنية الموضوعة على جوزة  $\text{ف ف}$  واقول ان هذه  
الابواب ~~تكون~~ مضمومة بمروستها وتدفع الى الخارج صف القطع وتجبره  
على كونه يلتصق مع الدقة والضغط مع جانب الاسطوانة الداخلية الذي يتحرك  
فيها المكبس فها عن استعمال الاسطوانة والمكبس المدرج ويرى في شكل ٤  
خطاه  $\text{ه ه}$  المثب الذي يتم صلابه الآلة وهذا الشكل يبين لنا ضيبي  
المكبس الذي صورته كصورة الزاوية الغائرة في اسفل ثم المتحدة مع

جوزة المكاس واما قطعة الحديد الاقنية المعبر عنها بحرف  $\epsilon$  فانها تضم  
التضيب الى الجوزة وهذا الانضمام يكون صلبا بسيطا  
وفوق شكل ٢ يوضع في نقطة  $\theta$  و  $\delta$  و  $\epsilon$  مسقطا القبودنات الصغيرة  
التي يكون مضموما عليها هذان المسقطان وتكون هذه القبودنات مثبتة  
ببرجعة على جوزة المكاس

وبين لنا شكل ٨ على قياس كبير جدا حركة المدير أو حركة الحاكم المعبر عنه  
بحرف  $\zeta$  من شكل ١ لوحة ٩ والكور المعدنية المعبر عنها بحرف  $\zeta$   
بأنها القوة المتبادلة عن المركز كما ذكرناه في الجلد الثاني من هذا الكتاب  
في الدرس السادس قبل الى البعد عن عامود  $\sigma$  الرأس متى ازدادت  
سرعة حركة دوران هذا العامود ولما تبعه هذه الكور عن العامود فانها ترفع  
طرف  $\delta$  المحيط بعامود  $\beta$  ويرفع بواسطة الطرف الداخلي فرع  
 $\phi$  من رافعة  $\phi\phi$  وبناء على ذلك ينزل فرع هذه الرافعة المعبر عنه  
بحرف  $\phi$  وبذلك تدور ملوى  $\chi$  وتعلق مع التدرج شيئا فشيئا سدادة  
 $\psi$  وهذه السدادة ذات الحلقة تقوم تفتح بالعكس عندما تأخر الحركة وتقرب  
الكور من محور دورانها

وفي لوحة ١١ يدل شكل ٩ و ١٠ في قياس كبير على مقطعي انضمام  
رفاص  $\lambda\lambda$  شكل ١ لوحة ٩ مع البيلة التي توصل الحركة  
للطائر بحرف  $\alpha$  هو رأس الرفاص وحرف  $\beta$  هو بيلة التي تنقسم الى  
فرعي  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\theta$  هما الجاهان من حديد كل واحد منهما يستعمل  
على فرعي البيلة و  $\delta$  هما مسندان من نحاس منضمين بلجامي  $\theta$   
و  $\eta$  هو محور الدوران و  $\phi$  هو الحلقة المستعملة لتثبيت الالفة على  
فرعي البيلة وتضم مساند  $\delta$  كثيرا و قليلا على محور  $\eta$  وسأزيد  
بعض تفاصيل أخرى على آلة واط

وعلى غطاء المكاس يضعون قع  $\sigma$  شكل ١ لوحة ٩ من نحاس يتصل  
بباطن الاسطوانة ويكون لهذا القمع حنفية في جره الاسفل واذا اردنا دهان

جوانب الاسطوانة أو لتلطيف المحكالك المكبس ثانياً لنسج من ورا البخار من  
اعلا الى اسفل وكذلك من اسفل الى اعلا فيملا القمع زيتا ونسجه بغطاء محكم  
ثم نعرف الزمن الذي يكون فيه المكبس فوق سيره ونفتح حنفية القمع مدة الزمن  
اللازم لوقوع الزيت الذي يحوي عليه هذا القمع على المكبس ويجرى على  
سطحه السائل من المركز الى المحيط

وفي اغلب آلات البخار يكون وضعها كوضع الطائر على بعض قراريط من بعد  
الحائط التي تفصل الآلة من المحل الذي تنقل منه الحركة فإذا تأخذ في بعض  
الاورقات احتراسا ناعما وهو ثنيت لوح من حديد الزهر مشقبة عدة ثقوب  
موضوع على قوس دائرة يكون نصف قطرها اصغر من نصف قطر الطائر ومتى  
عملت بعض تصاليفات للآلة فحتاج في الغالب لملوح المكبس ونزوله وفي هذه  
الحالة بواسطة الروافع التي تدخلها في ثقوب هذا اللوح المسبوك من السبع  
معادن المضموم على ذراع الطائر فصل الى تدوير هذا الطائر مع السهولة وتوقف  
قوة آلات البخار بالضرورة على مجهودات المكبس التي تحصل منه على حسب  
قوة البخار وبواسطة البارومتر الزيني الذي يسمى مانومتر يوضع مع البخار الذي  
كيلوغرام

يجربها القارئان بقياس ضغط هذا البخار فإذا فرضنا انه يحدث ١٠٣٥ ر  
في كل سنتيمر مربع اعني انه يتحرك بضغط الكرة الهوائية فقط وضربنا عدد  
كيلوغرام

سنتيمرات سطح المكبس المربعة بهذا العدد ١٠٣٣٦ ر فانه يحصل  
معنا الضغط الكلي الحاصل على المكبس المقروض الثابت وإذا ضربنا هذا  
العدد بالمسافة التي يقطعها المكبس في جويانه الكامل فينتج معنا الزمن  
والقوة الديناميكية التي تحصل بضغط المكبس وبالجملة ينشأ من هذه القوة  
المنضروبة في عدد ضربات المكبس التي تؤتيها الآلة في اليوم تأثير الآلة  
الكلي الذي تحدث في كل يوم وليست هذه الحسابات الا قاعدة تقريبية  
كامري حيث انها تفرض انه البخار يتحرك بالتساوي على المكبس مدة

سيره كما اذا كان ساكنا

## \* (الدرس الرابع عشر) \*

(في الكلام على الآلات البخارية ذات الضغط المتوسط والضغط العالي)

قد استعمل ارنور الوولي مع التجاح قوة البخار بضغطات اكثر من ضغطات  
الجو البسيطة وللا آلة التي ابتدعها وصف مخصوص وهي ان لها اسطوانتين  
عوضا عن الاسطوانة الواحدة في الآلات الاخرى وارتضاع الاسطوانتين  
واحد واحداهما موضوعة على جانب الاخرى ويحوراهما رأسيان كحور  
الاسطوانة الواحدة المستعملة في آلة واط

ولتين بحرفي ث ش شكل ٤ لوحة ١٣ الاسطوانتين اللتين  
يتحرك فيهما مكبس ح ع المحركان برقاص واحد وتلقى مباشرة  
اسطوانة ش البخار المحرك الذي تأخذه من القازان بفتح ا - ويتصل  
الجزء الاعلا من اسطوانة ش بالجزء الاسفل من اسطوانة ث وكذلك  
الجزء الاعلا من اسطوانة ث مسبوكة يتصل بالجزء الاسفل من اسطوانة  
ش وبالجلة فاسطوانة ث يكون لها اتصال بالمحجن في نقطة هـ ف  
وبواسطة السدادات يمكن فتح وغلق اتصال كل مجرى من ا - هـ ف مع  
الاسطوانات ومتى قمتنا منفذ ا من القازان مع الاسطوانة الصغيرة فان  
منفذ ش الذي هو بين اسفل الاسطوانة الصغرى واعلا الاسطوانة الكبرى  
يكون مفتوحا كذلك مثل منفذ ف الذي بين اسفل الاسطوانة الكبرى  
والمحجن وتكون الثلاثة متنفذا لآخر التي هي - ع هـ مقفولة وتفتح  
متى قفلت الثلاثة المتقدمة وبالجلة يلاحظ ان المكبس ينصعدان وينزلان  
في آن واحد فاذا فرضنا مثلا انهما يلغقان اقصى درجة من الارتفاع في سيرهما  
سقى ابتداء البخار بالاتصال من القازان في اسطوانة ش بمجرى ا فيدفع  
ذلك البخار المكبس الصغرى من اعلا الى اسفل وبهذا الضغط يقل البخار  
الموضوع تحت مكبس ح في الاسطوانة الكبرى بمجرى ش على مكبس ح

الذي ينزل مثل المكبس الصغير واما الجزار الذي يوجد تحت المكبس الاكبر  
فانه يصير في المسخن الذي فيه جذب الماء المبرد حيث انه مضغوط بهذا  
المكبس وهذه الطريقة يصل المكبس الى اقصى درجة في سيرهما فان تنقل  
منافذ اشرف وتفتح منافذ سهه وهذا تحصل النتيجة المخالفة  
وينقل الجزار الجديد اولاً من القازان تحت المكبس الصغير والجزار الذي كان  
يوجد فوق المكبس الاصغر ينقل تحت المكبس الاكبر ويرفعه وبالجمله يصير  
الجزار المنجوع فوق المكبس الكبير ساخناً ينفذ ه الى ان يصعد المكبس  
ويبلغ اعلا درجة من الارتفاع في سيرهما

و ينبغي لنا ان نلاحظ بان المكبس الصغير يكون مدفوعاً بالجزار مع جميع قوة  
الضغط التي تكون له في القازان بخلاف الجزار الذي ينقل من الاسطوانة  
الصغيرة الى الاسطوانة الكبيرة فانه يشغل مسافة كبيرة ويتحرك في الامتداد  
وبالجمله نستنتج من قوته لامتدادته منفعة عظيمة واذا اعتبرنا كمية الجزار  
المسخن في كل ضربة من ضربات الرصاص فانتارى ان الجزار لا يسخن الا اذا  
كانت قوته المرونة مستعملة بطريقة نافعة في معظم امتداده وهذا ما ينشأ عنه  
قائدة عظيمة جداً في آلة واط المستعملة بدون حركة الجزار يكملون في كل  
ضربة من المكبس حجم من الجزار يساوى حجم الاسطوانة من ابتداء المكبس  
الى القاعدة السفلا وذلك اذا كان المكبس في النقطة العليا والى القاعدة العليا  
مضى كان في النقطة السفلا فعلى ذلك يوجد توفير جيد في آلة وولف ويظهر  
لنا من اعظم النتائج النافعة المتحصلة من الآلات المبنية على مقتضى هذه  
الآلة العظيمة

ولتسكم الآن على بعض تبيهات تتعلق بالآلات ذات الضغط العالي  
والتوسط في نسبة منتظمة في اكدمية العلوم باسم الجمعية المنوطة باظهار  
الفوائد والمضرات التي تنشأ عن استعمال آلات الجزار ذات الضغط العالي  
والتوسط لا سيما بالنظر الى الامن العام ثم نشرع في وصف آلات وولف  
وتبعتها بوصف آلات تروتيك واوان

وتسلك ايضا على القوائد والمنافع التي تتعلق بالآلات البخارية قول  
يلزم ان نعلم من جملة القوائد المعروفة للآلات ذات الضغط العالي الآلات  
التي تشغل قليلا من المسافة فإذا اكتفينا بصرف قوة مفروضة يلزم ساعات  
كبيرة تحتوى على البخار المضغوط جدًا أقل من الساعات التي تحتوى على  
البخار الذي يتفاوت ضغطه قليلا عن الضغط الحق

فيستفاد من ذلك ان الآلات ذات الضغط العالي يكون استعمالها حسنا  
إذا لم يكن هناك مانع وكانت المحلات التي تستعمل فيها قليلة الاتساع وحجم  
الارض كبير جدًا

وإذا كان هناك فوائد في استعمال الآلات ذات الضغط العالي فيكون  
بالنصوص في المحلات التي لا يبيع فيها كثير من العمارات الصناعية والمساكن  
الخصوصية لكل عمارة من الورش الا كونها تأخذ مسافة قليلة الاتساع  
في مسافة قليلة المراد منها استعمال قوة كبيرة لاجداث نتائج عظيمة جدًا

وكذلك يكون استعمال الآلات ذات الضغط العالي مفيدا في داخل المعادن  
التي لا يؤخذ فيها الا مسافة قليلة بالنسبة للمسافة التي تؤخذ في القلاة

نحن ذلك نرى ان الآلات ذات الضغط العالي تكون مستعملة كثيرا في المدن  
الصناعية والاشغال المعدنية

والآلات التي لها ضغط عالي فائدة اخرى اكبر من الفائدة الاولى تتعلق بتوفير  
الوقود الناشئ عن تأثيرات الحرارة المرتفعة

ويمكن ان نبين هذا التوفير بطريقة حقيقية على مقتضى الحالة المحككة  
وبالنسبة الى تأثير الآلات الكبيرة البخارية المستعملة في اشغال معادن  
قوتة كورنويل ييلادانكلترة

ولا بل معرفة القوائد التي يجب على اصحاب معادن كورنويل ومستخرجيها  
البحث عن وسائل ازيدا محصول الآلات البخارية وكذلك عن قياس نتيجة  
الطرائق الخاصة بطريقة زيادة هذا النوع يمكن ان تأتي بهذه  
الملاحظة وهي ان مصروف الآلات واستعمالها في نزع المياه في معدن



كبير من الفحم يبلغ سنويا ٢٥٥٠٠ تونراسترتلغ اعلى لمحو  
٦٣٠٠٠٠ فرنك

فلذلك اراد عدة من اكابر اصحاب معادن النحاس والتزدير الموجودين  
في قوتة كورنويل سنة ١٨١١ ان يعرفوا حقيقة الشغل الجارى  
بالآلة البخارية فاتفقوا على كونهم يعاقون في كل واحدة من هذه الآلات  
البخارية عدادة مصنوعة بتعشق الطارات مثل تعشق الساعات الدقاقة  
فصارت هذه العدادة موضوعة بحيث ان العقارب تبين على وجه الساعة  
الدقاقة عدد ارجاجات رفاص الآلة البخارية وينطبع عمل هذه العدادات  
وملاحظتها ميكانيكى مؤتمن يعول عليه وصارت آلة كل عدادة باسرها  
موضوعة في علبة مقفولة بمفتاح بحيث لا يمكن لاحد غيره تغيير عقاربها  
او ابطالها

وقد عمل للآلات ذات العدادة طرق تبين (أولا) اسم المعدن (ثانيا) ابعاد  
الاسطوانة الآلة المستعملة في استخراج هذا المعدن بسيطة فكانت هذه  
الاسطوانة أو مزدوجة (ثالثا) الضغط الذى تحمله هذه الاسطوانة بالنظر  
الى سطحها وطول نافورة المكبس فى الاسطوانة (رابعا) عدد طبقات  
الظلمبات (خامسا) الارتفاع المتصبل لكل طبقة (سادسا) مدة  
الشغل (سابعا) مقدار ما استهلك من الفحم المعين بالميزان (ثامنا) المسافة  
التي يقطعها المكبس فى الظلمبة (تاسعا) الوزن باعداد الارطال  
المرفوعة الى قدم من الارتفاع بميزان الفحم (عاشرا) عدد ضربات المكبس  
فى كل دقيقة (احده عشر) اسم صانع كل آلة والمعلومات اللازمة  
لهذه الآلة

وقد قابلنا على حجب هذه الدائرة العظيمة من التجارب المصنوعة على  
القياس الاكبر المطلوب قوة عدة انواع من الآلات البخارية من هذه  
عشر سنوات قريبا

وفي شهر اب سنة ١٨١١ كانت الآلات المستعملة فى معادن

كودنويل البحارى عليها البحث الذى ذكرناه ترفع الى قدم من الارتفاع  
١٥٧٦٠٠٠٠ وطل بوزن الفحم الهالك

ومن ابتدأ شهر دقبر من هذه السنة نشأ عن التكميلات الحاصلة  
في استعمال الآلات أوفى بعض من اجزائها نتيجة متوسطة قدرها من  
١٥٧٦٠٠٠٠ وطل الى ١٧٠٧٥٠٠٠ وطل

وبعد التصليحات في هذا الجنس وعمل آلات جديدة اكمل من القديمة صار  
مقدار هذه النتيجة في شهر دقبر سنة ١٨١٢ ١٨٢٠٠٠٠٠  
وطل وفي شهر دقبر سنة ١٨١٤ ١٩٧٨٤٠٠٠ وفي شهر مايو  
سنة ١٨١٥ ٢٠٧٦٦٠٠٠

ولاشك انه يتوجب من هذا التعديل المتزايد الذى في مسافة ثلاث سنوات  
ونصف ازدادت نتيجة الآلات المذكورة اكثر من ثلاثين في كل مائة  
وكية الاحتراق واحدة وقد ازدادت النتيجة ايضا من ابتدأ سنة ١٨١٥  
بواسطة التكميلات التى صارت في عمارة المداخن والقازانات وجميع  
الاجزاء المتركب منها الآلة

وترفع الآن آلات واط المستكملة بحريق مد من الفحم اكثر من  
ثلاثين مليوناً من ارجال الماء الى ارتفاع قدم ويلزم لنا ان نقرن بهذه الزيادة  
الزيادة الناشئة عن استعمال الآلات التى تفوق ضغطها الضغط البسيط  
وهذه الآلات هى التى صنعت على منوال آلة وواتى وعلى مقتضى  
هذه الآلة عمل لمعدن وبالوود في كودنويل آلة باسطواتين قطر  
متر

الكبرى منهما ٥٣ اصبعاً انكليزيا اعنى ١٣٥ و قطر الصغرى  
متر

١٣٥ و

وهذه الآلة رفعت ٤٩٩٨٠٨٨٢١ وطل الى قدم من الارتفاع  
بحريق مد من الفحم بخلاف النتيجة المتوسطة للآلات الاخرفانها لم تبلغ الا

٢٠٤٧٩٣٥٠ رطل مرفوعة الى هذا الارتفاع  
وفي سنة ١٨١٥ نتج من آلي وولف نتيجة متوسطة قدرها  
٤٦٢٥٥٢٥٠ رطل مرفوعة الى هذا الارتفاع

واحد المضار التي توجد في الآلات ذات الضغط المتوسط والضغط العالي  
هو تنقص القوة بفقد بعض الاجزاء اللطيفة من تركيبها وبفقد البخار الذي  
ينتج عن هذه الاجزاء واذا عرفنا حقيقة هذه المعارضة فيستبان لنا ان  
التكميلات الجديدة التي حصلت في عمارة العلب البخارية انقصت بلا شك  
هذا الضرر العظيم

ثم اتناجعنا النتائج التي تنسب للآلات البخارية المستعملة في معادن  
كورنيل في مجموع مخزن الفلسفة الذي جمعه ونشره المحكم تلول  
احد اعضاء الجمعية الملوكية بلنדרه وتوجد هذه النتائج في هذا  
المجموع بشهادة اصحاب المعادن وبملاحظة الآلات البخارية المستعملة  
في جذب المياه ويرى في المجموعات الانكليزية الجديدة التوضيحات التي تبين  
الوقائع والحوادث التي ذكرناها

ونستدل على التوفير العظيم الخاص بالآلات ذات الضغط المتوسط على  
الآلات ذات الضغط البسيط بكميات الحريق الهالك الذي تكون قوته العليا  
منوطة بصانعي هذه الآلات المختلفة وذلك اذا كان يمكن التحقيق بان احاد  
القوة التي تسمى بقوة الحصان واحدة لنوع الآلاتين فاذ لم يكن هذا المشك  
اذا اعتمدنا على التعاريف المنشورة بالورشتين الكبيرتين اللتين نصنع فيهما  
في بلاد فرنسا الآلات البخارية على حسب احدي الآلاتين

ومما يستحسن كوتنا أخذ ثقلنا بملء فوعا الى ارتفاع معلوم ووحدة لقياس  
قوة الآلات البخارية عوضا عن البيان العام الغير المحدد وهذه كميته  
يعبر عنها مع المناسبة التامة باسم الدينام

فعلى ذلك تعرف نتيجة الآلة النافعة بمجرد عدد الدينامات التي تحددتها قوتها  
ويمكن للانسان غالبا ان يتحقق بان لآلة البخارية درجة معلومة في القوة

اذا جعل سكبها ضغطا كافيا معلوما وقدرا للمسافة التي يقطعها الثقل بهذا  
المكبس في ثانية واحدة

واما اذا جعلنا ضغط المحور وحدة لقياس جذب البخار فانه يلزم لنا ان ننسب  
مع التحقق هذا الضغط الى الضغط الذي بين العمود البارومتريكي الذي  
ارتفاعه ٧٦ ميليمتر اعلى حرارة الثلج الذائب

فاذا رجعنا الى نسبته الاولى على موجب التفاصيل التي دخلنا فيها فستنتج  
من ذلك مع التجربة التي لا ترد انه لم يرل يوجد توفير لقوة البخار المحركة  
المرفوعة الى حرارة تفوق بدرجة احدى اطرارة الموائمة لضغط الجو البسيط  
ولكن الى اي حد ينبغي وضع جذب البخار وما هو القانون الرياضي الذي ينشأ  
عنه نتيجة الاسلات البخارية بالنظر للحرارة والجذب الذي ينشأ عنها هذا  
عما لا يمكن معرفة بطريقة محققة بمجرد النظر

وربما ينشأ عن التجارب الجديدة المصنوعة مع الاهتمام المحسوبة بالحسابات  
المناسبة لكي تعطى للتقويمات الاحاد الناقصة من مقدار كل نوع من فقد  
الحرارة والحركة ان تعطى العملية النظرية ما نقص منها من الاستكمال الذي  
به تتم نتائج المحققة مع تأثير الاسلات البخارية الحقيقي بالنسبة لدرجات  
الضغط المتنوعة

ويكفي الان ان التجارب المصنوعة مع الاهتمام مدة سنين عديدة اظهرت  
بطريقة حقيقية التوفير الذي يوجد في استعمال الاسلات التي عمل فيها البخار  
ضغطا اكبر من ضغط الكرتين الهوائيتين لاثبات تصوراتنا بالنظر لفائدة  
الضغوطات التي تفوق الضغط البسيط

والى الان لم تقابل الاسلات ذات الضغط البسيط الا بالاسلات ذات الضغط  
المتوسط فلنلقا بلها الان بالاسلات ذات الضغط العالي التي من شأنها كما هو  
المعلوم الشغل بدون تسخين البخار

واول من استعمل الاسلات ذات الضغط العالي هو ميسور ترووتيك في بلاد  
انكلترة وميسور اويويه ايوان في بلاد امريكة

وفي اقليم بيرون اضمحل عدة من المعادن العظيمة حتى صار بعضها غير قابل  
للاستخراج لعدم اقدار الانسان على تنشيتها وفي هذه الحالة خطاريال ناظر  
المعادن ان يمرض لمسيو زويتيك في تحصيل الآلات ذات الضغط العالي  
الخاصة بلحذب المياه من هذه المعادن النفيسة في مدة قليلة صار عمل تسعة  
آلات في جنوب انكلترا وقلت في اقليم بيرون في آخر سنة ١٨١٤  
من الميلاد

فاذن لهذا الاقليم عدة منافع حتى ان خازن دار هذا الاقليم عرض بان يرفع  
لمسيو زويتيك ثمنا لامن النضة يستدل به على اثار الدنيا الجديدة  
ولتسكلم الآن على الآلات ذات الضغط العالي التي ينسب اختراعها الى  
اوليوه ايوان فنقول ان هذا المهندس الماهر عمل من هذه الآلات عددا  
جسيما نشأ من معظمها توفير بليغ في حرق الوقود

وفي فيلادلفي لما عرضت الآلة ذات الضغط البسيط التي كُنت تستعمل  
في رفع المياه اللازمة للمدينة بالآلة ذات الضغط العالي المصنوعة على نسق  
آلة اوليوه ايوان بلغ مقدار التوفير في الحريق ٨٥ فرنكا في كل يوم  
بحيث يكون مقداره في السنة ٣٠٠٠٠ فرنك وذكر هذه الواقعة مسيو  
يارتفتون في تاريخه الذي الفه في الآلات البخارية لكن فان هذا الموافق  
المذكور كونه لم يذكر كمية المياه المرفوعة ولا ارتفاعها ولا وزن الحريق  
المستعمل في احداث هذه النتيجة

ومن وفور الملاحظ كون مسيو مارستير ذكر في رسالته التي انتهى في شأن  
بجارة الاقليم المجتمعة الخواص اللازمة للعادنة التي نحن بصدد ها وقد ترفع  
الآلة المصنوعة في فيلادلفي في مدة اربع وعشرين ساعة اكثر من عشرين  
الف برميل من الماء الى ٣٠ مترا من الارتفاع وتحرق في اليوم  $\frac{1}{4}$  ٤٣  
استيرا من الخشب ولم تسكف الآلة ذات الضغط العالي التي تحدث هذه  
النتائج سوى ١٢٣٠٠٠ فرنك بخلاف الآلة ذات الضغط البسيط التي  
قوتها كقوة هذه الآلة فانها تسكف ٢٠٠٠٠٠ فرنك لتشغيلها في امريقة

مثل الاولى كما ذكره مسيو مارسير  
واما الآن فانها تشغل البخار بضغط ثمان أو عشر طبقات جوية وعمل  
في امره بجملة من هذه الآلات يتبع منها عدة منافع اصلية  
ولما عرض ديوان الاقاليم الجمعية بامر بركة سنة ١٨١٤ من الميلاد في شأن  
تقدم الفنون النافعة في عمالك اوينون ذكر اوليويه ايوان وعدم  
فعالي الخير ونافعي وطنه في هذا الاعراض فن ذلك أراد الديوان ان يعطى له  
شهادة تامة ازيد من ذلك حيث اعطى له على سبيل الانعام مهلة عشر سنوات  
بفرمان من الملك لتكميل اختراع الآلة ذات الضغط العالي مثل ما حصل  
من مملكة انكلترا لمسيو واط وبولطون في تطهير اختراع الآلة ذات  
الضغط البسيط

وقد انتشر استعمال الآلات ذات الضغط العالي بالتدريج شيئا فشيئا  
في الاقاليم الجمعية كما افاده مسيو مارسير في سياحته بامر بركة وعلى  
مقتضى ما عرفه البعض من امن اناس يوثق بهم ان استعمال هذه الآلات يتبع  
في ابريطانيا الكبرى عوضا عن كونه ينحصر  
واما استعمال البخار المحض فانه لم يزل صناعة جديدة ومع ما فيه من المنافع  
التي نشأت عنه يلزم ان نعتبر ان هذه الصناعة بعيدة عن المنافع التي ستحدثها  
عند معرفة استخراج المنافع من نتائجها

ومن المحقق ان هورن بلوير اخذ سنة ١٧٨١ فرمان اختراع الآلة  
البخارية التي تشغل باسطواتين بجرد ضغط الجو البسيط لقصد انه يشغل  
البخار الداخلى في الاسطوانة الاولى عندما يجد دليلا به الاسطوانة الثانية  
وفي سنة ١٨٠٤ رجع مسيو وولف الى هذه العملية ولكن عوضا  
عن كونه يستعمل في اسطوانته الاولى البخار الذي يؤديه القازان على حرارة  
١٠٠ درجة او على ضغط الجو البسيط استعمل البخار المرفوع على عدة  
طبقات جوية وهذا هو الذي اعطى له طريقة احداث الدفع الجسيم وتوصل  
على نتيجة نافعة اكبر من النتيجة التي كان يتطرق تحصيلها من آلة هورن بلوير

ولم تكن الحسابات التي فرضها وونف صحيحة في الاصل بل انه بمجرد ما زادت الحرارة تحدث ضغطات قليلة اقل مما يفرضها المذكور

ولوان وونف غلط غلطا كبيرا مثل ما غلط هورن بلوير واوان وتروين في منافع آله لم ينشأ من هذا الغلط عدم فائدة هذه الآلة حيث استبانَت هذه الفائدة في الجدول الذي ذكرناه في الدرس الثالث عشر صحيفة ٣٧٨ في شأن القوة الحاصلة من البخار المرفوع الى الحرارة التي تعادل ضغط عدة كرات بنزول تلك الحرارة

ويلزم في آلة وونف كما في آلة واط ان تطرح من الضغط الحاصل من البخار المحركة مقاومة الضغط الناشئ عن البخار الباقي في التسخين بالكلية وهذه المقاومة تعرف متى عرفت الحرارة التي يحصل بها التسخين

وينسب لوفاب بعض تصليحات أخرى في آله لمنع فقد الحرارة فلاجل تدارك هذا القدر كان يلف اسطواناتها بغطاء عظيم يدخل البخار بين الغطاء والاسطوانات لكي لا يكون ظاهر الاسطوانات معرضا لتأثير الهواء الظاهر مباشرة ولا يفقد شيئا من القوة المحركة بواسطة البرودة

وقد عرضنا لتأدية البخار الذي يدور حول الاسطوانات في الغطاء الذي ذكرناه بواسطة قازان ومستوقدتين وهدا ما ينشأ عنه فائدة التوفير في المصاريف والوقود

وقد رأى وونف ان آلات واط كان يمكن تصليحها بان يضع فيها البخار مضغوطا وقت احداثه ومنبسطا وقت عمله وبكفي لذلك ازدياد قوة التمدد ان وكذلك غطاء الاسطوانة وتناسب تركيب السدايد وابعادها بحيث ان البخار الذي يأتي من القازان يصل بالتدريج الى الاسطوانة بمنفذ يتسع شيئا فشيئا بهذه الطريقة يمتد البخار المضغوط جدا قبل وصوله تحت المكبس ولا يضره بشدة خطرة تضرب بالآلة

ولا يلزم الادخال بعض البخار بحيث يعلو بعد ان يساويه جميع سعة الاسطوانة فعلى ذلك يلزم في هذه الآلة قفل سداية مجرى البخار قبل ان يصل المكبس

الى نهايته ومن السهل كونهما محسب الى اى ارتفاع يصل هذا المكبس  
في الوقت الذي تعلق فيه السدادة.

وينشأ عن هذا التحسين مناسبة واضحة مع التحسين الذي عمله واط في آتته  
بامتداد البخار تحت ضغط الجوّ والقصد من الجمع الذي يناء تنقيص  
قوة السدادة البخارية بالتدريج عند ما ينزل المكبس عوضا عن كونه  
يقف على بعض نقط من نزوله وفائدة هذا الوضع تصلح الا لزيادة على  
ما هو عليه

قد اخذ وولف اذنا ثانيا باختراع تحسين البخار في الاسطوانة التي يشتغل  
فيها وفي سنة ١٨١٠ اخذ اذنا ثالثا لاجل تكميل القرمان الاول  
وحفظ البخار الذي يمكن تشتمه بين الاسطوانة والمكبس

وام هذا السبب منع البخار من ان يؤثر في المكبس بل يؤثر في سايل كالزيت او اى  
معدن سيال متى صيكان البخار داخل في سعة منفصلة عن الاسطوانة  
والمكبس الذي يصل بهما بواسطة مجرى علو من السايل الذي ذكرناه وهذه  
التحسينات بديعة مطابقة بالكلية

وفي سنة ١٨١٥ عمل في قوتية كورنيل التبان من الآلات البخارية  
الكبيرة في المعادن المعروفة باسم ويال وور وويال ابراهام لاجل رفع  
الماء وحائان الآلات هما اللتان ذكرناهما في القرمان المذكور في صحيفة  
٤٢٥ وفيه ذكرنا افعال الماء المرفوع بالآلات بالاقبسة الانكليزية  
وسنحولها الآن الى اقبسة فرنساوية ونقوم بالاحاد الديناميكية نتيجة  
تلك الآلات ولذلك عملنا هذا الجدول



سويق لاجل الاحداث			ارطال ماء
٦ دينام من النتيجة النافعة		واحد دينام من النتيجة النافعة	مرفوعة الى قدم من الارتفاع مع مدم من الفحم
ب ساعة واحدة	٢٤ ساعة	كيلو غرام	
٥,١٧	١٢٤,٢٦	٢٠,٧١	١٥٧٦٠٠٠٠
٤,٧٦	١١٤,٣٠	١٩,٠٥	
٤,٤٨	١٠٧,٦٤	١٧,٩٤	١٨٢٠٠٠٠٠
٤,١٢	٩٨,٩٤	١٦,٤٩	١٩٧٨٤٠٠٠
٣,٩٣	٩٥,٢٨	١٥,٨٨	٢٠٧٦٦٠٠٠

واذا استعملنا آلات واط يضبط اكبر من ضغط الكرة البسيط فاستعمل الى كوتنا نحصل منها كمية نافعة هكذا

٣٠٠٠٠٠٠ ٩,٣١ ٥٥,٨٦ ٢,٣٣

النتائج النافعة التي تحدثها آلات وولف

٤٦٢٥٥٢٢٥ ٧,٠٦ ٤٢,٣٦ ١,٧٦

٤٧٩٨٠٨٨٢ ٦,٥٥ ٣٩,١٨ ١,٦٣

ومن المحقق ان النتيجة النافعة في آلات وولف تتحسن مع الزمن لفقد القوة التي تحصل من استعمال المكابس والسدايد والاسطوانات ولكن هذا النقصان في القوة لا يظهر لنا جسيما كما يظن بل انه يترك لهذه الآلات فائدة مشهورة جدا ويمكن معرفة هذا بالجدول الآتي وبمحصولات الفائدة اقلية التي تحصل من الآتين الكبيرتين المؤسستين على حسب آلة وولف وهما والجدول

شهور محصولات

ماية سنة ١٨١٥ ٤٩٩٨٠٨٨٢ رطل مرفوع الى قدم من الارتفاع

مارس سنة ١٨١٦ ٤٨٤٣٢٧٠٢

ابريل سنة ١٨١٦ ٤٤٠٠٠٠٠٠

مائة سنة ١٨١٦ ٤٩,٥٠٠٠٠٠٠٠

يومية سنة ١٨١٦ ٤٣,٠٠٠٠٠٠٠٠

ويرى (أولا) أن تسخين شهر مليه في السنتين واحدة (ثانيا) اتنا إذا أخذنا نتيجة شهر يومية سنة ١٨١٦ مقداراً عادياً للشغل مع هذه المدة فينتج عنه بعد ستة عشر شهراً من الشغل نتيجة الآلة المؤسسة على حسب آلة وولف وينتج عنه أيضاً فائدة بالاقبل ٣٠ في كل مائة على آلة واط الكاملة وذلك إذا فرضنا أنهم يستعملون آلات واط يضغط يفوق ضغط الكرة البسيطة فوقاً ما يدا

وتختلف القازانات التي كان يستعملها وولف عن القازانات التي كانت تستعمل في الآلات التي لا ينبغي البحار أن يكون حاصلها في الانضغاط مضارب قليلاً عن ضغط الكرة البسيطة ولما كان الماء المراد تصعيده موضوعاً في اسطوانات صغيرة أي أنابيب من حديد وتسمى بأنابيب الغليان وحيث كانت هذه الأنابيب موضوعة في محل أفقي فكانت معرضة لتأثير الالتهب مباشرة وفيما اتصال يرتفع به البخار ويرجع في الاسطوانة الصغيرة ويستعمل لذلك بجله من أنابيب الغليان يكون كبيرها بقدر كبر قوة الآلة ويسهل معرفة السبب الذي كان يحمل وولف على كونه يستعمل عدة أنابيب الغليان ذات القطر الصغير عوضاً عن اسطوانة واحدة كبيرة وذلك أن قوة الاسطوانات المعدنية لكي تقاوم ضغط السائل للرن المشقة هي عليه هي كفاية عن قطر تلك الاسطوانات

ومن الضروري عمل هذه الأنابيب من الزهر المطيف جداً وأن يكون ذا مقاومة واحدة في جميع أجزائه بحيث لا يخشى فساد من جهة وكذلك لا ينبغي لنا أن نعتقد بأن يعطى لأنابيب الغليان سمك غير محدود وقد ظهر بالتجربة أنه متى تجاوز السمك بعض حدود فان انبساط السطح الداخلي الذي يتأثر الحرارة لا يلزم أن يكون الامساك بالسمك السطح الظاهري لا يمكن أن يكون كذلك يتأثر الشكل الامطواني وأنه ينبغي للسطح

الظاهرى أن يشق منى تعنى سلك الاسطوانة عدة حدود  
 وفي لوحة ١٢ يدل كل من شكل ٢ و ٣ على التقطع الطولى  
 والقطع المعترض الذى يوجد فى القازان المسبولة من حديد الزهر مع اتيوبى  
 ب ب الفلايتز وكانونهما قازان ث ث يتركب من قطعتين مجتمعتين  
 بواسطة زمامات ا الداخلية وحرف ت تين يحمل الانسان وحرف و  
 يدل على فتحة مجرى التغذية وحرف ت يدل على فتحة مجرى البخار و ص  
 يدل على سداة الامن و ب ب يدل على اتبوبة الغليان المتصلة بفتحات  
 ١١ مع القازان وحرف ف ف يدل على المستوقد

ثم ان مسيو ايدوارد شريك مسيو وواف قد ادخل فى فرنسا آلات  
 بخارية تشتمل على قائدى آلات و على ضغط آلات و زووك العالى  
 وقازانات تشبه القازان الذى ذكرناه آنفا وكان يستعمل المسخن وكان  
 يحصل البخار كما يحصل فى آلات واط ذات المنفعتين

وقد عمل مسيو ريشارد آلة عظيمة من هذا الجنس قوتها تساوى ستة خيول  
 أو ستة وثلاثين ديناما تستعمل فى تحريك اسطاط الصوف الغليظ وتب  
 عن ميدان له اربعة خيول تأدية خدمة كان يلزم لها اثنا عشر حصانا

وفى هذه الآلة يوضع الكانون من الخارج ويحرق دخانه الخاص بهنى ان  
 دخانه يستعمل فيه ولاجل تدوير هذه الآلة يكفى مكبسان وحنفيتان  
 وسدادتان ورقاص من حديد الزهر يكون موضوعا على اربعة عوايد على  
 شكل الهرم ذى الاربع زوايا ويتلقى فى احد اطرافه حركة قضيب المكابس  
 بواسطة متوازى الاضلاع المزدوج ويوصل هذه الحركة للطلوبة الهوائية  
 المحتوية فى المسخن ولما ترفع هذه الطلوبة الماء البارد من البئر فانها تصرف  
 استعمال الباش اى حوض الماء ويوصل الرقاص حركته ايضا الى ملوى  
 عامود الطائر بواسطة البيلة وهذا العامود يوصل حركة دورانه الى المحرك  
 الذى يحكم على حنفية ادخال البخار فى سداة مجرى البخار المقفولين بقفل  
 مزدوج ويفتحان بالتحاقب بواسطة الذهاب والاياب الناشئ كل منهما

من حركة الدوران العجيبة النافعة لمشاركة البضائع الساخن وفي عامود الطائر  
يفاق العامود الذي يضم الحركة على امشاط الصوف  
وبعد ان تنفذ الطلوبة الصغيرة المفذية في القازان الكمية اللازمة من الماء  
المسارج من المسخن وهي كمية يمكن تنظيمها على حسب الارادة فان الزيادة  
تسبيل في الخارج

وتقتصر اسطوانات البضار الغير المتساويتين في غطاء واحد مسبوكة  
ويكونان غالباً محاطتين بالبضار الذي يجعلهما في درجة واحدة من  
الحرارة مثل داخل القازان وتكون كلغة المكابس المعدنية من كمية من عذة  
قطع من دارة من النحاس مضغوطة من داخل الى خارج بالبيانات على  
الجوانب الداخلية المتعلقة بالاسطوانات البضارية وهذه المعلقة تصقل  
بانحسار كما داخل الاسطوانات اكر من استعمالها بسبب ضغطها الجاني  
القليل وبالعكس ذلك الكلف المستعملة عادة فانها تفسد هذه الاسطوانات  
وتحتاج الى تصليح جديد يستلزم كثير من المصاريف وقد قال مسيو  
ايدوارد ان المكابس ذات الكلف المعدنية يمكن استعمالها مدة طويلة بلا  
تصليح بالكلية فينتج عن ذلك توفير جسيم في الآلة

ويوجد في حركة الحنفيات انتظام كامل وكذلك في حركة سد ايد السيلان لاجل  
التسعين وهذه السد ايد توضع في علبة بخارية تكون قطعة واحدة من السبك  
ومعلقة تعليقاً جانبياً بحرب رأس غطاء اسطوانات البضار

وقد حسن كل من مسيو اوتبكان واستيل تحسيناً كبيراً في آلة ووقف  
حيث استعمال ثلاث اسطوانات عوضاً عن الاسطواتين مع كائون بمستوة  
يدور كما ذكرناه في لوحة ١٣ شكل ٢ و ٣

وبدل شكل ٢ على سطح درزين ج الذي يدور على محور أفقي ويستعمل  
مخروط ث المعدني المزين بالاسنان المنحنية أو الملتفة في سقوط تراب  
الفتح مع الانتظام كحلق الطاحونة في سقوط الدقيق في قادوس ل ت  
شكل ٣ فعلى ذلك يمكن وضع القادوس في نقطة ل فوق المخروط

وحركة الآلة البخارية التي تدور هذا المخروط تنزل الفحم وتدور شبالة ج  
الذي يتلقى الحريق مع الانتظام في جميع دورانه  
ولتصكلم الآن على آلات اولويه ايوان وترووتيك ذات الضغط  
العالى فنقول .

ان اولويه ايوان مثل ووتف توضع في قوة البخار الميكانيكية للبرارات  
المرتفعة واستعمالها منافع كبيرة باستعمال البخار في الآلات ذات الضغط  
العالى ولكن اذا نظرنا لتقويماات ايوان من اوجه كثيرة فالتاثير الآلة  
التي احدها هذا الرجل الماهر كثيرة النفع بالنظر الى توفير الحريق لاسميا  
في الآلات التي يلزم ان يكون للآلة فيما قليل من الثقل بالنظر لقوتها وقد اظهر  
ايوان مختصر موقوف ميكانيكي من معرجية الآلات البخارية وذكر  
هو فيه قواعد وسائطه التي يعمل بها

ثم ان ايوان شرع في ان يستعمل للقازانات اسطواناتين مشابهتين لاسطواني  
البخار وعبر عنهما بحرف ث ش شكل ٥ لوحة ١٣ واحدى  
الاسطواتين توضع في الاخرى تحت مركز الاولى بقليل حتى كانتا موضوعتين  
وضعا اقياديتا كون الموضع اللازم لتكون البخار فوق الماء الذي يغطى  
بالكبلة الاسطوانة الداخلية ويكون طول الاسطواتين واحدا وكلتاها يلزم  
ان تكون في عمق واحد وتعمل النار في الاسطوانة الداخلية التي تكون محاطة  
في جميع جهاتها بالماء وبالجمل تكون الآلة داخله في البناء والمجرى التي توصل  
للدخنة توصل الحرارة في الاسطوانة الخارجية التي تدفعاها مباشرة بجميع  
طولها وقد استعمل ايوان لقازاناته احسن مصفح من الحديد ولم يعمل  
التقو ومن حديد الزهر الابدع التحقق من ان هذه التقو ولا تباشر النار

ويمكن ان تكون الآلة البخارية مؤسسة على مقتضى آلة تشبه آلة واط  
ولكي يكون الميزان منتظما بطريفة حسنة يلزم في الوقت الذي يرتفع فيه  
المكبس الى نهايته ان تفتح سدادة لكي يدخل في الاسطوانة جزؤ من البخار الذي  
ينزلها ويلزم ان تقفل هذه السدادة بعدما ترك كمية من البخار تنزل المكبس

الى اقصى درجة من جريانه و يوجد في طرف الاسطوانة الداخلي سداة  
اخرى تدخل كمية قليلة من البخار المرفوع الى الضغط العالي المكافي لصعود  
المكبس ماينا الى اعلا درجة من سيره

ومتى كل اندفاع البخار يفوق ضغط الكرة البسيط فان التجربة تبين ما يلزم من  
البخار المرفوع الى الضغط العالي المحدد لكي يثلا هذا البخار باذفاع مسافة  
مفروضة بان يتحول الى ضغط آخر معلوم

وذكر ايوان ان القازان الذي يحرق كلونه ٣٥ كيلو غراما وبعضا من  
الفحم في كل ساعة ويحمل حمية ذات قصبة كلنبية لا تقاد البخار في الفراغ  
على ضغط كرة بسيطة فانه يعطى لهذا البخار سرعة ٦٠٠ امتار  
في كل ثانية

ومتى أراد ايوان استعمال ضغط ٨ كرات يجده انه يكفي دخول  
البخار الجديد في الاسطوانة مع الشدة أو بالمكبس الى الوقت الذي يقطع فيه  
هذا المكبس الجزء الثامن من سيره واعظم تسخين يكن في انبساطه وتقدم بان  
يدفع المكبس ويحرك الآلة الى نهاية سير هذا المكبس ومع ذلك كله رتب  
ايوان حساباته على فرض كونه يدخل بخارا جديدا في المكبس الى الوقت  
الذي يحوي فيه هذا المكبس ربع سير جديد

وقد استعمل ايوان لتغذية القازان طلومبة صغيرة كابسة بآلة لخسارات  
التصاعد واذا لم يكن هذا الماء خاصا فانه يحصل لحرارة القازان الداخلية  
نقص كبير وهذا هو السبب في كوننا فعل قازانا صغيرا جهة القازان الكبير  
ونحنه اما بكوننا تنفذ فيه البخار الذي يخرج من اسطوانة الآلة واما ان  
تنفذ به مجرى الحرارة التي توصل الى المدخنة بعدما تترك القازان الكبير

وبهذا الوضع تجذب الطلومبة الصغيرة الغذائية من البئر الماء البارد ومن  
الحوض او من مجرى ماء آخر لكي تضعه في القازان الصغير الذي يبقى مملوا  
دائما مع انه يؤدي الى القازان الكبير بلا انقطاع بمجرى المشاركة

ولما استعمل ايوان المحض البخاري استغل بوسائط تكميل الحركة

التي تعلق به

وفي آلة واط يستطرح من الماء الذي استعمل في التسخين ويخرجه بطلموسة  
جاذبة في القازان لكي يغذيه ويقويه وحيث ان البخ اللازم لتسخين البخار  
يدخل في المسخن ما بهديد ابلا انقطاع ويكون هذا الماء واصلا للقازان على  
الدوام فيكون خروج الهواء المطرور في هذا الماء مستمرا كبقية رسوب  
المواد التي يحتوي عليها الماء في التحليل وتبقى في قعر القازان عند تصاعدها  
الماء ويتكون من هذا الرسوب قشرة غير موصلة للحرارة وهذا ما تسبب عنه  
حرق معدن القازان واستهلاكه عاجلا وتزد على ذلك انه يلزم كثير من  
الزمن والمصاريف كلما اردنا مسح قعر القازان وهذه العملية تعاد غالبا  
وهذا الكيفية التي يداركها ايوان هذه المضمرات وهي انه يغرس في الماء  
البارد المحيط بالمسخن اناء من معدن ذي خواص من الهواء ويكون الماء  
المتوى في الاناء مجبور على ان يصنع بمرور الهواء بوزن مستمر اذا خلا  
في المسخن وطلموسة التفرغ التي يجذب الهواء والماء الحامي من قعر المسخن  
توصل لاناء البخ كمية من الماء على قدر ما يحتوي هذا الاناء وما يقى من الماء  
الذي يوجد في المسخن يجري بطلموسة التفرغ على الدخول في القازان المغذي  
بعلا خارج الهواء بقية ذي سدا مصنوعة في اعلا حوض الهواء المعمول  
لهذه النتيجة على منفذ الماء من ابتداء المسخن الى قازان التغذية ويدخل ماء  
المسخن باحد اطراف الاناء البخاخ ويخرج بالطرف الثاني للتبريد ويصير صالحا  
للتسخين فبدل ما يجنب ادخال الماء البديد ويستمر على سير الآلة بكيفية الماء  
التي كانت فيها في اول الشغل

واذا قطرنا هذا الماء على الدوام فانه يتخلص مع السرعة من الهواء المشغل  
عليه ويصير الفراغ ناقصا متى اخذنا بخارا الماء يغ الماء البارد وسنبين الدوران  
الواضح الذي ينص آلة ايوان لوحة ١٢ فنقول (شكل ١) حرف ا  
يدل على الاسطوانة البخارية و ب على الاسطوانة المشتملة على مبرقش  
(اي حجر خام) الذي فيه يسخن البخار عند انتقاله يجري ث ث و ر

يدل على انبوبة التفريغ و د على طلومبة الماء البارد الذي يتصل بقضبة  
 د و مع السعة التي تشغل على المرفق و هـ على طلومبة غذائية و ج ج  
 على الرافص و ح على نقطة ثابتة لكثير الاضلاع و ك على نقطة  
 اتصال قضيب المكبس بالرافص و و على القضيب المعلق من جهة  
 في يلون ح الثابت ومن الأخرى بالرافص لمنع من ان يجرّ قضيب المكبس  
 خارج الاتجاه الرأسي بان يتركه على مسنده الى مفصل ل و م على  
 البيلة و ن ن على طائر شكل ٤ وهو مطع رأسي ذو علبة بخارية  
 وسدادة اقنية يعبر عنها بحرف ا البخارية وتكون حركة دورانه مستقيمة  
 و ب على العاصود الموصول بالحركة الى سدادة ا بواسطة تعشيق غ  
 المربع و (شكل ٥) يدل على قطع أفقي على حسب خط س س من أعلا  
 الى اسفل و (شكل ٦) على وجه السدادة الداخلي و (شكل ٧)  
 على سطح قاع ف ف و (شكل ٨) على العلبة التي عليها تدور سدادة ا  
 وفيها القنات المستديرة ا ا -

وسدادة ا تكون مشقوقة بفراغ د المربع بعرض واحد على مسافة  
 المحور العام من العلبة ومن السدادة مثل قنات ا - المستديرة وعلبة  
 ف ف منقوبة تقبأ رأسيًا بثلاث قنات ا ا - - ث ث و ا هو  
 المجرى التي توجد تحت مكبس الاسطوانة البخارية و ب تدل على هذا  
 المكبس و ث التي هي قطعة أخرى قريبة من العلبة تشترك مع المسخن  
 ويصل البخار فيقمة ع وينقل بحرف د بمجرد ما تفتح و على  
 سمت ا أو ب وبناء على ذلك توصل البخار الى القازان تارة فوق مكبس  
 الاسطوانة وتارة تحته وتحت العلبة يدل على مجوف هـ شكل ٤ و ٥  
 الذي عرضه يكتفي تارة لغطاء قنات ا ا و ث ث وأخرى لقنات  
 ب ب و هذا ما يشترك المسخن مع البخار الذي يوجد من جهة من المكبس  
 مع ان البخار ينتقل من القازان الى الجهة الأخرى من المكبس و (شكل ٨)  
 يدل على سدادة الامن و ث هو البريمة التي حرّوها المتفول ينطبق على



طرف مجرى ت (شكل ٨) يتصل بالقازن ويصنعون بالجزء الآخر الذي يدخل في الابوية منقوباً ثلاثة تقويعات نفوذ البخار و (شكل ٩) هو سطح السدادة وحرف ر ر هو الرافعة الذي ينضم على البرية بواسطة قتل ح وشكل د يدل على ارتفاع البرية وشكل هـ يدل على السطح الافقي

وقد اخذ ميسو ترووبينك وميسو دويان سنة ١٨٠٢ فرماناً باختراع آلة بخارية ذات ضغط عال بدون تسخين مطبقة على جزر العربيات على الطرق العادية ولما وجدوا عمل ذلك يحتاج لكثير من التعب والمصاريف اقتصر على كونها بحيثان عن طريقة تطبيق قوة البخار على حسب العربيات في الطرق التي يوجد فيها الزجر البهل

وفي سنة ١٨٠٤ صار هذا الاختراع الجديد معروفاً في سكة الحديد المنسوبة الى هرمان فودويل بيلادفرانسا

وفي سنة ١٨١١ استعمل ميسو بلنك انسوب الجزارات المنسنة التي على البخاري عجالات العربانة المنسنة كذلك المحرك بقوة البخار لا غير وهذا يبيح اتباع الانحدارات الكبيرة أو القليلة من غير ان نحشى ان الآلة لا تسير على الجزارات كما تسير على السطوح المنحنية

وفي سنة ١٨١٢ اخذ ميسو ايدوارد ووليان كامبان فرماناً لاستعمال الهمالمحرك سكة على سلسلة ممتدة في جميع طول الطريق ومنبته في اطرافها وتعمل هذه السلسلة دورين في مخرج محفور على اسطوانة افقية منحركه بقوة البخار وهذه طريقة تشبه الطريقة التي يستعملها البحارة لكي يرسوا على المرسى بالهلب

ويناسب لميسو بريتون ابتداء آلة عظيمة بدبحة تتحرك بقوة البخار على الروافع أو السيقان الصناعية التي بها تدفع عربانة البخار على الطريق مثل اندفاع العربانة النفاثة بواسطة الشغالة

وقد ذكرنا في لوحة ١٣ شكل ٥ و ٦ طريقتين راسيتين للعربانة

الجارية المستعملة على الطريق التي فيها اثر الجز المنسوبة لكلا غسورت  
في ابريطانيا الكبرى

ونرى ان الاسطوانة الكبرى المغطية للقازان محتوية على اسطوانة ث  
الصغرى التي فيها موضع النار كما ذكر في صحيفة ٤٤٢ وتكون اسطوانتا  
١ ب موضوعتين في القازان الذي يشقانه الى نقطة أ ب اللذين يكونان  
معشقين فيها على صورة العربانة البسيطة وتكون قضبان المكابس موضوعة  
من الاعلا على روافع ل ل و ل ل المعترضة وعلى هذه  
القضبان تعلق بيلات س س التي يديران طارات العربانة الاربعة  
بواسطة شوحية موضوعة على أحد انصاف اطار كل طارة وتتمركز على عمود  
اسفل البيلة ويرى في ت ت (شكل ٥) دليلا لتنظيم حركة  
المكابس ومنع البيلات من ان يفسد سيرهما الرأسي وتنفذ حركة الادراج  
التي تشبه الادراج التي ذكرناها البخار بالتعاقب فوق كل مكابس  
وتحتها ويرى في ق ق الانبوبة التي توصل البخار ثانيا الى المدخنة التي  
يتفرق فيها ولاجل فتح الدرج وقفلها تحرك دائرة ه الصغيرة المتوسطة  
المختلفة المركز المثبتة على كل محور رافعة ١ و ٢ و ٣ المنقاسة بالذراع  
التي توذي لتضيق ٤ حركة الذاهاب والاياب وبناء على ذلك توذي رافعة  
٥ و ٦ الصغيرة حركة الدوران لكي تفتح سدادة البخار وتغلقها  
و ف (شكل ٥) هو طلمبة صغيرة كابسة لتغذية القازان و ع  
(شكل ٦) هو العربانة التي تحمل الماء والوقود اللازم للآلة و ع  
هو سلسلة ارتباط العربانات المحرورة بالآلة وبديل (شكل ٧) على احدى  
العربانات التي يرى فيها زمام مع ذراع الرافعة الاكبر التي تستعمل لتحريكه  
في النزول و ز (شكل ٦) هو سلسلة الغير المتناهية التي تتعشق  
في شكلين منوبرين مثبتين على المحاور لكي يكون للبيلات حركة واحدة  
متعلقة بها على الدوام  
(وشكل ١) يدل على المافومتر التي تكلمنا عليها في الدرس الثالث عشر

الدرس الخامس عشر في الكلام على مراكب النار وعلى قياس شغل  
الآلات البخارية

واعظم استعمال من الاستعمالات المهمة في الآلات البخارية هو استعمالها  
في الملاحة وسنيز في هذا الغرض خلاصة اعراضنا لا كدمية العلوم على  
رسالة مسيو مارستير التي في علم الملاحة وتزد عليها التفاصيل  
الاصطلاحية التي لم تكن داخله في هذا الاعراض ووجدنا لها مدخلا  
في كتابنا هذا فيقول

من العلوم ان الملاحة كانت بطيئة في التيارات الصغيرة والانهر الكبيرة  
في مقاطعة التيار واستهلاكه مقدار جسيم من التام والخيول بصعوبة الجزر  
وقد صارت الملاحة على البحيرات الكبيرة وعلى الابحار سهلة للانسان بشوة  
الهواء وبواسطة القلوع لكن لا تعمل هذه العملية الا بالمشقات العظيمة ويحصل  
لها مع ذلك موانع في بعض الاوقات لا يمكن التخلص منها مدة الظروفات  
لا سيما مدة تكون الرياح وتكون بطيئة صعبة متى هبت الرياح المختلفة  
فلهذا كان مثل هذه الاسباب العديدة القوية تقص الفائدة التي تنشأ عن  
قوة الرياح في الملاحة

واقول من عمل بعض تجارب عظيمة بوسائط آخر ميكانيكية تنوب عن قوة  
الرياح هو مسيو دو كيه الفرنسي وقد حصلت نتائج تجارب واشتهرت  
من ابتدأ سنة ١٦٨٧ الى سنة ١٦٩٣ في مدينة هاور  
وفي سنة ١٦٩٨ نجح القبودان ساويري في بعض تجارب مهمة  
في ملكة انكلترا باعانة حاكم وورستير فعمل الآلة البخارية التي تسمى  
بالطارات ذات التوايت وهذه الطريقة بعد مضي قرن نجحت بالكلية  
في الطريقة الجديدة للملاحة

واكن لم يخطر ببال الرئيس ساويري ان يدخل في القوة الحركية القوة التي  
استعملها بالآلة البخارية ولم تكن كلمة بحيث تحدث مثل هذه النتيجة  
ولما كان جونا تام الهالي في سنة ١٧٣٦ ساعدا على تكميل

هذه الآلة المنسوبة لنووي كان ظن ان في طاقته تطبيق هذه الآلة على  
تحريك المراكب بالطارات ذات التوايت فاخذ لهذه النتيجة تقريراً والزم  
نفسه بلاطائل بترويج الرياسة البحرية بمملكة انكلترا بالنظر الى مقاصده  
فطرد ولم ينجح في ذلك

ومن جملة ما اعترض به على هذه الرياسة كون قوة امواج البحر لا تقصد جميع  
اجزاء الآلة التي توضع في البحر الى عدة قطع متفرقة بحيث تحركها في الماء  
وقال جوناثان من المستحيل كون هذه الآلة تصير مستعملة في البحر  
وقت القربونة وعندما تكون الامواج قوية مضرة

ومع كون جوناثان مخترع مراكب النازكان لا يظن ان يمكن اجراء ذلك  
اكن التجربة اظهرت بعد ثمانين سنة اسكان ذلك مع الفائدة  
وقد بينت لنا هذه الخاصية كمال تقدم التصورات من ابتدا الاختراعات الى  
انفاها الذي حصل في العصر المتأخرة

ويظهر ان مقاصد جوناثان لم يصير اجراها اصلاً وانما في سنة ١٥٧٥  
عمل مسيو بريير اول مرة مركب فارولاً وضعت هذه المركب على وجه  
الماء الراكد سارت مع قليل من السرعة حيث ان قوة الآلة المحركة كانت  
لا تساوي الا قوة حصان وكانت هذه المركب لا تسير في مثل نهر السين مع تلك  
الوسائط الضعيفة فلذا ترك مسيو بريير مجهوداته ويش من تجاربه

وفي سنة ١٧٨١ كان مسيو غوفري اوفر حظاً في مقاصده حيث  
عمل في مدينة ليون مركباً كبيراً الابعاد طولها ٤٦ متراً وكان نهر  
السادون بطيئ التيار ولهذا كان يسميه قهراً بالبطيئ اتبאר فلذا كان يصلح  
للتجارب من امثال هذا الجنس من المراكب ومع ذلك فكان بعض عوارض  
قد اوقفته عن عمله مع انه كان يمكنه التماهي في مشروعه ولكنه لما ظهرت هذه  
العوارض والتطلبات ترك فرانساً

وقد نال مسيو دسيلانك بعد هذه التجارب بنجمة عشر او ثمانية  
عشر سنة من الحكومة الفرنسية فرمات بتجريب مركب النار

وبعد ذلك بمدة قليلة اتى في مدينة باريس ميكانيكي واكتسب فيها شهرة عظيمة جدا وهو فاطون الذي عمل عدة تجارب في هذا الغرض بقرب جزيرة السني ومن ابتدأ سنة ١٧٨٥ الى سنة ١٨٠١ ظهر ميلير الدالونستون وكلا ركة وسماجتون في مدينة ايتوسيا واستانوب ومسيو بوتير وديكانسون في مملكة انكلترا ولكن لم ينصح في مشروعه احد منهم فحاطا قطعيا.

ومن ابتدأ سنة ١٧٨٥ و ١٧٨٦ الى سنة ١٧٩٠ استعمل في امرينة كل من مسيو وفيتك ومسيو رسمه في الملاحة قوة البخار ومع ما ظهر منهما من التجارب النافعة وحدا انفسهما محتقرين في بلادهما فانتقلا الى اوربا لكي يظهر اختراعهما.

وبعد مدة طويلة بسبب معارضة بينة لما لم يجد مسيو فاطون في ملاحة فرائس التجارية لسهولة ولا فوائد محققة ورأى ان اعراضاته احييت على اول قنصل بخصوص استعمال المراكب البخارية لاجل تكوين العمارات الصغيرة المراد عملها لاجل النزول في مملكة انكلترا ويس من الناح في اوربا القديمة رجع الى وطنه ونوى على كونه يتقل في امرينة الصناعة الجديدة التي ابتدعها في مملكة فرنسا.

وعضده في هذا المقصد مسيو لانجستون الذي كان اذذاك الحجي الاقاليم الممتعة تحت حماية الحكومة الفرنسية وكان هذا الالحى نفسه مؤلفا لعدة تجارب لسفر مراكب النار في وسط البحر بقوة البخار وكان يتقل هذه القوة نارة بالطارات الاقية ونارة بالطارات ذات الاجنحة مثل طارات الطاحونة على شكل سطح الخط البرقي وشكل ارجل الوز والاسل التي لانهاية لها.

ولما صارت اهمية الملاحة بالبخار معلومة وتعرض قوة الياح بوساطة ميكانيكية معلومة ايضا في امرينة من ابتدأ سنة ١٧٩٨ اعطى نوبورك الى مسيو لانجستون من ايا عشرين سنة بشرط انه قبل ٢٠ من شهر مارس

سنة ١٧٩٩ يعمل مركبا تسير في الساعة اربعة فراعخ  
وقد حصل مسيو لانجستون بالاستعمال الذي عمله في الآلة البخارية  
التي هي اكبر من آلة مسيو بوير بخمس مرات اوسنة نجاحا عظيما غير  
ان هذه المركب لم تبلغ درجة السرعة المطلوبة لانه كان يستعمل مع ذلك قوة  
قليلة جدا واما فلتون فانه زاد هذه القوة اكثر من ثلاثة اضعاف امثالها  
وقد ازم فلتون الفرقة الانكليزية اعني واط وبولتون الانكليزيين عمل  
آلة بخارية تساوي قوتها قوة عشرين حصانا ونقلها في امرينة لكي يركبها على  
السفينة الاولى التي عملها فويرك سنة ١٨٠٧ وهذه الآلة  
ابتداء السياحة فيها ولكي تقطع مسافة المائة والعشرين فرسنا التي تفرق  
فويرك من الاباني فرض اثنين وثلاثين ساعة في الذهاب وثلاثين  
في الاياب فقط

ونشأ عن هذه التجربة دهشة كافية في جميع العقول واجتمعت الجمعيات  
العظيمة من جميع الجهات لتقيم عمارة مركب النار واستخراجها وصار اراد  
بعض هذه المركب جسيما جدا والمنافع التي استخرجتها الاقاليم الممتعة من  
هذا الاختراع فافت باقى المشروعات الخطرة

ونجاح مركب النار في امرينة صار عما قريب معلوما في اوربا فابتدأ  
وجدنا استكشافا جديدا انتقل من الدنيا القديمة الى الحديثة ثم من  
الحديثة الى القديمة وبالعكس وفي المرة الاخيرة تاصل في الارض بواسطة  
المخترعين الاول

وفي سنة ١٨١٢ عملت اول مركب بخارية لاجل السياحة في جزيرة  
سيسليا ونجحت نجاحا عظيما في ابريطانيا الكبرى

وفي سنة ١٨١٦ لما طفت بانكلتر وجدت فيها فن الملاحة زاهيا زاهرا  
متسعا بالكلية فاعلمت مدير البحارة والقبائل بالحالة التي وصلت بها هذه  
السياحة الى مدينة ايقوسيا وهناك تشرفت بمقابلة الشهير واط وتعلمت  
التجارب التي كان يشرع فيها ابن المعلم الذي كمل الآلات البخارية وكان

شارعاً في تكميل تطبيق هذه الآلات على الملاحة  
ومع ذلك صارت التجارب كاملة في فرنسا من ابتداء سنة ١٨١٥ ولكن  
كانت الطريق التي كانوا يبعونها قبيحة والآلات التي كانوا يستعملونها  
غير كاملة وكانت الصعوبات والموانع المحلية كبيرة جداً في هذه المملكة  
فلذا بطل سعيهم وفسدت الجمعيات في هذا الغرض  
فهذا كانت الحكومة الفرنسية ترى وقوع المصائب الكبيرة من الاختراعات  
الناشئة من غيرة وولاء تبصر وترى النتائج العظيمة في بريطانيا الكبرى  
زاهية كثيرة النجاح في امر يقة التي بسبب بعدها تصدق المبالغة في القصد  
المروية عنها وكذلك تصدق السياحون فيما يتقانونه عنها  
وفي هذه الحالة كان مدير البصرة لا يتبع الا طريقة الادراك والتعقل  
فمزعم على ان يرسل للاقاليم المتهمة مهندسا ماهر اعاقلا يعرف هناك معرفة  
جيدة الاشغال التي عملت قبل ذهابه في هذا الجنس وما نتج منها وهذه  
هي مأمورية مسيو مارستير  
وفي هذا الحال امر مدير البحرية مسيو موتيجيري قبودان الفرقاطة  
ان يحضر بالمركب التي كان حكمدارها وقتئذ مينات امر يقة وان يبحث  
عن وظيفة مراكب النار البحرية والجهادية  
والقصود ان مسيو موتيجيري يطبع ملاحظاته النافعة البديعية على  
مراكب النار بعد عمل الكتاب الذي ابتداء في اظهاره بخصوص الآلات  
البحرية  
وقد ابطل مسيو مارستير كثير من الاشياء الغير المتهمة وقرب الى الحقيقة  
النتائج الغريبة التي كانت تنسب الى علم الملاحة بالبحار في امر يقة  
فلما انتقد المخطوطات الدقيقة وللأقبسة الصحيحة لم يجد شيأ يصدق او يعتقد  
وحيثما استتبع مسيو مارستير انه اذا اريد الوقوف على الحقيقة لا بد  
وان يجدان الطريقة الجديدة في الملاحة ينقص ومنها كثر من الفوائد بسبب  
ذلك لا يصير قبولها في بحار اوربا وانما رها كما في بحار امر يقة وانهرها ولو كان

ثم فائدة نسبية قليلة الاهمية برهنت عليها اشكارة  
وفي وقت الاضطرابات الصغيرة تظهر المنافع الكبيرة ولم تحقق اى قاعدة  
كانت على الضبط والتحقيق الا باختراع مراكب النار وقد صار هذا  
الاختراع مفيدا كثيرا للنفع لاقل بلدة اخترعها

وفيما بعد عدة قليلة سلبت مدينة لوزيان بفرانسا لاقاليم امرىقة الجمجمة  
سير احد انهر الدنيا الجديدة الصغار بفسامه وذلك عند مارتك المتبررون  
المطرودون اوا الحكمومون في باطن الاراضى عدة ولايات متسعة كان لا يمكن  
الدخول فيها حيث تسعوا طريقا اخرى بخلاف طريق الانهر التي تنفرع  
بمسافات كبيرة ففي هذا الزمن ظهر مع التباح من الملاحة من يفوق  
في السرعة جريان المياه ولا يحتاج لاقوة الريح التي تصعد وتهبط من غير ان  
يمكن الانسان الاحتراس منها ولا الطريق الجرز الغير المطروق على شواطئ الانهر  
المعركة المملوءة من جميع الجهات بالغابات الصغيرة

وفي ظرف مدة قليلة بمسافة خمسة عشر سنة تكون كثير من المدن على  
الشواطئ التي كانت تعد في عام الصعوبة سكان الضيع من القرى الصغيرة  
واختاط بهذه المساكن المنفردة كثير من القرى على جملة من المحلات التي  
ذهبت فيها المراكب بطلب التجارة التي غيرت بنفسها سيرها بالنظر الى الاهالى  
القديمة والجديدة الموجودين في ليون

وبطريقة ميكانيكية سهلت سكنى الولايات التي كانت خربة وتجميع فيها ملل  
جديدة ونشأ عن طريق المشاركة هذه التي لم توجد الا من منذ خمسة عشر سنة  
احوال صارت مقبولة لدى رتب التعهدات الصغيرة التي حصلت في شمال  
امرىقة وهذه هي ثمره العلوم والصناعة بالنظر الى الجمعيات البشرية والا ن  
اذا سارت المركب من مصب نهر مسسين فانه يمكنها ان تصعد على  
هذا النهر وعلى نهر مسورى الى نهر الحجر الاصفر بان تقطع ٢٧٠٠  
فرسخ بحرية اى ٥٠٠٠ كيلومتر (١٢٦٠ فرسخ بوسطة) اعنى انما  
تقطع على جريان الماء الطبيعي من الاقاليم الجمجمة مسافة تفوق على طول



المائة وخمسين خليجا محفوظا بآيدى الناس فى ارض ابريطانيا الكبرى  
وفى عدة ولايات من مملكة ليون يوجد القمم المهدنى بكثرة وفى عدة محلات  
تتقل المراكب التى تنقل السياحين ومحصولات الصناعة الى البلاد المجاورة  
للمعادن التى تؤدى لهم القوة المحركة ولعدم هذا الوقود يظهر فى شواطئ  
الانهر العظيمة كثير من الغابات الخسنة التى مقدار ثمن اخشابها كما يقال  
ليس الا استخراجها

ولا يمكن لاور كاذ كرنا سابقا لاسيما فى جزؤها المتخذ ان يوصل لهذه الدرجة  
جميع السهولات وجميع القوائد وان الملاحة بالبخر لا تحدث فى الدنيا القديمة  
تغيرات سريعة سليمة العاقبة كما فى الدنيا الجديدة وسبب ذلك انه يوجد عند  
الملل الاوروبيه كثير من طرق الانتقال التى لم توجد بامرقة ولكن لآلة  
الانتقال الجديدة فى كثير من الاحوال منافع مشهورة تسبق ان يبحث العالم  
عن استكمالها شيئا فشيئا بالعلوم النظرية المطبقة على التجربة والمهندس  
بالعمل المطبق على النظر

وكانت المراكب الاولى التى عملها فلتون مسطحة مثل سفن القرن سابعة ذات  
القعر المستوى وفى سنة ١٨١٣ ابتدوا فى كونهم يدورون نصف هذه  
السفن الاسفل ومن هذا الزمن كانوا يعملون جميع المراكب البخارية  
بان يعطوا الانحناء نصفها الاسفل مداومة كبيرة فى الطول والعرض ولكنهم  
يجعلونها مسطحة جدا لى تجذب قليلا من الماء

وقال مسيو مارستير وله الحق فى ذلك انه متى كان جذب الماء غير محدود  
ربما صار كثير النفع من كونه يقرب من شكل الاغربة التى كانت من منذ  
قرون صالحة للسياحة بالمجازيف

طول المراكب عادة من ٣٥ الى ٤٥ وفى النادر

يتجاوز ٥٠ مترا

ويتغير العرض من ٤' ٥ الى ١٠ امتار

ويتغير العمق عادة من ٢ الى ٣

وتغير جذب الماء من ٢ الى ٢

وكانت المراكب الاولى ضيقة جدا حتى انه كان لم يكن عرضها الا عشر طولها  
واما الان فان لها من العرض ربع هذا الطول او خمسة وثشأ عن ازدياد  
العرض تنقص الطول والعقب ويجري الماء من النصف الاسفل بدون تنقيص  
قوة السفينة وبدون خلل في ثباتها الذي ازداد بهذه الطريقة وذلك اذا لم ينقص  
ثقلها

وبالجملة لاجل جذب الماء في السفينة العريضة يكون للمقاطع المعترسة  
سطح اكبر مما يكون لها في المركب الضيقة وجره المركب الذي يحمل ثقلا  
عظيما من آلة الجاز والطارات بجميع لوازمها يكون كثير الحجم وبناء على ذلك  
يكون محمولا بنقل عظيم من الماء

وبعدم مساواة الاتقال التي تؤثر من اعلا الى اسفل وبضغطه السائل الذي  
يؤثر من اسفل الى اعلا تكون السفينة عرضة للفساد قليلا

وفي بعض المراكب النارية المعينة لجل البضائع تكون آلة البخار موضوعة على  
القطرة وفي المراكب المعينة لنقل السياحين تكون موضوعة على الخن  
وتارة يكون عامود الطارات في وسط طول المركب وتارة يكون بعيدا من  
المؤخر اكثر من المتقدم ويتغير في الغالب بين هذين الحدين

وفي المراكب المتحركة بالآلات ذات الضغط البسيط يتحركون جذب البخار  
يفوق ثلثي الجذب اللازم لضغط الكرة البسيط اعني ان ارتفاع الزئبق في ابوية  
تستمر من طرف مع بخار القازان وبالاخر مع الهواء المطلق يندران يرتفع  
اكثر من ٥٠ سنتيمترا حتى كان ضغط الكرة المتوسط ٧٦ سنتيمترا  
من الارتفاع البارومتريكي

واعظم ملحوظة مهمة ذكرناها سابقا هي ان الاشخاص الذين يريدون عمل  
المراكب البخارية على عدة انواع مختلفة بطل قصدهم في كونهم لم يتخلوا  
اعظم طريقة يمكن ادراكها اكثر من كونهم يكتفون بالقوة المحركة  
المقلية جدا

وكان يلزم قبل كل شيء معرفة القوة اللازمة لتأدية سرعة معلومة الى مركب معلومة ايضا وكان يلزم ايضا حساب ضياغ القوة اللازم لجميع انواع الصلابة وعلى مقتضى هذا التقويم كان يلزم تعيين قوة آلة البخار المعينة لتحريك المركب واقل من شرع في هذه الحسابات ونجح فيها هو فلوطن وابتداء من التجارب المعمولة في بلاد انكلترا بالجمعية المرتبة لتكميل العمارات البحرية ولم تؤد هذه التجارب بلا شك سوى تصورات تقريبية ولكن كان هذا التقريب كافيا ليدل على اى حد يلزم السلوك فيه ومن ثم نجح في مشروعه وتحقق منه مع التأكد ولم نزل نطلب هذه الحوادث حيث انها تدلنا على نجاح الاختراعات البديعة وتبين للمصورين انه لا يكفيهم تركيب مبادئ آلاتهم بالمعارف القليلة ولا يتقون بالتأنيج الحقيقية اذا كانوا لا يعرفون غيرها بالتجربة المعمولة على موجب الحسابات

وكانوا يعتبرون ان فلوطن وجل من العقلاء حيث انه اول من نجح في السياحة بالبخار وكانوا يمنعون هذا القلب عن اغلب اسلافه في هذه المادة ومع ذلك كانوا يذلون جهدهم في نجاحه بالخصوص فبعضهم كان يعين استعمال التوايت وبعضهم يعين استعمال الآلة البخارية واطهروا انه كان يسهل تغيير وتأثير هذه الآلة المتعاقب الى حركة الدوران كالحركة التي تناسب التوايت بل وانهم عمروا مركب النار التي تشتمل على جميع هذه الوسائط وتسير ولومع السرعة القليلة ولم يقص سوى ازدياد هذه السرعة زيادة مناسبة بان تزيد القوة المحركة من غير ان تجرى الى تراكيب ميكانيكية خلاف التراكيب المعلومة قبل والذي نعلم ان فلوطن كان مناعدا فيها قلنا بالتجارب وبوسائط الحساب وبعد نجاحه ضاع فضل اسلافه كله وانجى من عقل الالهى وهو الذى حاز بمفرده نحر القلب واما الآخرون فلم يذكروا في بعض التواريخ الا قليلا

ولما لم يكن فلوطن يوسع مناقشاته النظرية بقدر ما كان يلزم لتقييم طريقه الملاحة بالبخار لم يحدد مع الدقة كلامه من الوضع والحجم والشكل الذى

يصالح لجميع الاجزاء التي تتحرك فيها شوحية مركب النار واما مسيو  
مارستير فلم يلفت لذلك بل ابتدأ في جمع التصورات اللازمة لهذا الوضع  
والجسم والشكل اللازمة للمركب العظيمة المستعملة بين مركب الاقاليم  
المجمعة ثم استخرج من التصورات الناشئة عن التجربة بسرعة هذه المركب  
والتسبب الحسابية تكون قاعدة للمعمارجية الذين يريدون عمل مركب النار  
بطريقة محكمة

ولاشك ان القواعد الحسابية هي التي تلزم لسير المركب وازدياد البخار على  
حسب ارتفاع حرارته وضياع القوة الناشئة عن احتكاكات جميع الانواع  
المختلفة واقول ان هذه القواعد لم تكن معروفة على وجه التحقيق بحيث يمكن  
الاندلسن تحصيل نتائج كاملة صحيحة في تقويم النتائج التي تتوقف على هذه  
القواعد غير انه يوجد عدم اثبات مطابقة المقادير الاخيرة التي يصلون اليها  
بل يوجد في التسبب التي ترتب بين الكميات التي تزيد اجرائها على موجب  
الحسابات العديدة

ومع ذلك اذا راجعنا مع الاحتمال التجربة فالتا تحقق اخيرا اذا كانت القواعد  
الحسابية التي علمناها بالقرص تبعد وتقرب من النتائج الحقيقية المفروضة  
بالطبيعة وتجارب الفنون فاذن فحصل القواعد العملية التي لا يمكن  
الوصول اليها بدون القواعد النظرية تقريبا وهذه هي الطريقة التي تساعد  
المهندسين في اجراءهم الذي لا يمكن العلم ان يحكم فيه بتفاصيل صحيحة مؤكدة  
وهذا هو المسلك الذي سلكه مسيو مارستير

فكان يبحث عن المناسبات التي يمكن وجودها أو يمكن ان نعتبرها بالاقول  
بلا ضرر مرتبة بين قوة الآلات البخارية وحجم الطارات وقواديسها وبين  
ابعاد المركب الاصلية

وحيث ابتدأ في هذه التجارب التي علمها ثمانية عشر مركبا اختبر سيرها على  
النمط الاتي مقابل

اولا جذب البخار المعتاد ثانيا عند دوران الطارات في كل دقيقة ثالثا

سرعة المكاس لقياسه لسرعة هذه الطارات رابعا فسيب سطح القادوس الى سطح المستطيل الذي قاعدته عرض المركب وارتفاعه مجرى الماء خامسا المسافة التي يقطعها ضلع القواديس في كل ثانية وهذه السرعة يلزم ان تكون كبيرة بالاقول كسرعة المركب وذلك اذا لم نرد ان جزء القواديس الداخلي يضرب السائل في جهة مخالفة لسير المركب سادسا سرعة المركب المعبر عنه بالامتار في كل ثانية بالحسابات الرياضية وبالعقد في كل ساعة بالنسبة لاستعمال البحارة سابعا العدد الذي يلزم ضرب سرعة المركب المقسومة بعدد حركات المكاس المتضاعفة لكي يبلغ قطر القواديس ثامنا الضارب الذي يميز نسبة سرعة المركب مع الاعداد الاربعة وهي قطر اسطوانة الآلة مضروبا في جزر تربيع حاصل ضرب المسافة التي يقطعها المكاس وارتفاع عامود الزيت الذي يحمله البصار وهذه النتيجة تكون مقسومة بالجزر التربيعي المتعلق بحاصل ضرب عرض المركب وجزء الماء وقطر الطارات ذات الطاقات

وبالحسابات المعلومة في قضايا الرسالة الاولى وصل مسيو مارستير الى عدة نتائج لا يتبره عليها الا عبارات قريية من القواعد الحقيقية المجهولة وهذا شرح النسب التقرية التي وصل اليها المؤلف

اولا ان تربيع سرعة المركب امغر من قوة الآلة المقسومة على صلابة المركب وتربيع سرعة الطاقات المتوسطة يفوق هذه الكمية التي هي حد تربيع احدى السرعتين ولتحصيل هذا الحد يلزم ان الطارات تكون غير متناهية ثانيا ان سرعة المركب تكون بالمعنى المستقيم الجزر التربيعي لقوة الآلة وبالمعنى المنعكس الجزر التربيعي لصلابة المركب ولكمية  $1 \times \frac{1}{4}$  ويستدل على صلابة المركب بحرف  $r$  وعلى صلابة الطاقات بحرف  $\frac{1}{4}$

ثالثا نسبة كمية  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$  المحددة للمركب الى نسبة كمية  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$  المحددة لمركب اخرى مختلفة قليلا في الحدود وتكون سرعة

المركب تقريرا مناسبة لجزء قوة الالة التريبي المقسوم على عرض المركب  
صلابة المركب

رابعا تكون سرعة المركب مساوية تقريبا للعد الجبري الثابت المضروب  
في جزر الحاصل التريبي من ارتفاع عامود الزيق الذي يحمله الجار  
ومن مربع قطار المكاس  
ومن جريان المكاس

ومن العدد الذي يرتفع في كل دقيقة  
ويكون هذا الحاصل مقسوما بجزر الحاصل التريبي من عرض المركب  
وبجريان الماء

وهذه النسبة الاخيرة ووصل الى المقدار الذي فرضناه اولاً ضارب  
السرعة البسيطة

وليس هذا الضارب عددا ثابتا بل انه يتغير من ٢٩,٢٠ الى ٦٥,٢٧  
للمراكب التي اخذها مسيو مارستير انموذجا لحساباته التي فرضها  
ومتوسط جميع الضوارب الا واحد اتركه مسيو مارستير لانه ليس بحقيقي  
للمركب التي يتعلق بها اقول انه يساوي ٤١,٢٢ ومع ذلك اختار مسيو  
مارستير عدد ٢٢ حتى ان الامثلة التي طبق عليها هذا الضارب الاخير  
تظهر لنا انه كان يريد استعمال الضارب الاول

واذا طبق مسيو مارستير عدد ٢٢ على مباحث سرعة مركب البخار  
الامن الكسور التي علمتها البجارة الفرنسية فانه يجد سرعة اقل من ٠,٤  
واذا اخذنا ٤١,٢٥ فالتا نجد مقدارا لا يزيد عن ٢ في كل مائة من  
السرعة المفروضة بالبحرية

واذا اخذنا ٢٢ مقدار المتوسط الضارب كما عمله مسيو مارستير  
في رسالته فانه يكتفي بكثير من الحالات عدم تحصيل السرعة الحقيقية  
الاقبالية وهذا ما يحصل مثلا للمركب التي سرعتها تساوي ٣,٣ في كل  
ثانية تطلب ضارباً مساوياً الى ٢٤,٢٥ فاذن نشأ عن ٢٢ المأخوذ

ضارب سرعة ضعيفة جدًا نحو ١٥ في المائة  
واذا اخذنا ٢٣,٤١ ضاربًا فتأخذ سرعة لا تنقص عن ٨ في كل  
مائة الانا را

واما من جهة مركبي دبلاز والاقاليم البقع التي تفرض الضواري اكثر  
من ٢٢ فينبغي لنا ان نتصور اذا كان لا يوجد في خواص صورته اني  
متجاورا والحد يظهر تقه ان هذه الضواري فعلى ذلك نرى في تأليف مسيو  
مارستير ان لاحدى المركبين صورة كنيضة جدًا وصالحه لبلال السبر ومن  
الما ترانه يوجد للمركب الاخرى عيب مثل ذلك

وما يجب التنبية عليه ان الضارب الذي بحث عنه مسيو مارستير يتعلق  
بتدسين الآلة البخارية وبالتعشيق القليل او الكثير المصنوع لا تتقال الحركات  
وبتركيب السفينة وبصورة النصف الاسفل ومناسباته وعند تكميل هذه  
الاجزاء المختلفة يريد ضارب السرعة حجا اذا لم يكن هناك مانع ولكن هذا  
الازدياد الذي اطهره اعظم المهندسين بين لنا تقدم هذا الفن

وبتطبيق بسيط وسهل مسيو مارستير الى هذه النتيجة وهي ان سرعة  
السفينة التي تسير على قاطع تيار ماء مطلقا يلزم ان تكون بقدر سرعة التيار  
مرة ونصف لكي تكون القوة المستهلكة اعنى استهلاك الوقود قليلة على قدر  
الامكان ولكن مع ذلك كله تكون هذه السرعة اقل من السرعة المراد تفصيلها  
لتمام ما يحتاجه الجارة لاسيما لا يحتاج دوران السباحين

وفي امثلة التي تصنفها المركب بسرعة ددر سرعة التيار مرة ونصف يلزم  
قدرة ثلاث مرات من القوة المحركة ذاتها هذه لتوة تعمر على  
الشاطئ بالآلة البخارية أو بميدان الخيل اذا اقامت طعة معينة على  
القرار إلى الشاطئ

ومنى كان اتي اذ مر صاحب دار كنت اتردهم شاملة على الداحل  
يصير شير القندل المرد ذر هذا الساحل يحمل موضحة على  
بعذر نقط من السفينة و= معنى ان تاباعه تعامل اطرب ذكره

ذات الطاقات بقوة المركب الداخلية أولاً اذا كان يلزم الصعود وكان للتيار  
قابل من السرعة ثانياً اذا لزم النزول في كثير من الحالات وعرفت كيفيات  
هذه القواعد بكثير من الميكانيكية وقد استعملوا الطريقة الاولى في اجتياز  
القناطر وفي صعود الانهر السريعة السريعة انهم اختاروا على العموم  
الطريقة الثانية في نزول جريان الماء ولم تكن النتائج التي ذكرناها الامينة  
في وسط الرسالة وردت جميع قواعد الحساب في قاعدة من القواعد وبهذه  
الطريقة وضع المؤلف رسالته على قدر طاقة المطلعين الذين ليسوا متولين  
بتطبيق تحليل نتيجة الآلات

وترك ايضا في رسالته الحسابات اللازمة للبحث التقريبي عن قوة الآلات ذات  
الضغط البسيط والعالي وعن نتيجة آلات الدوران المستعمل في سير  
مراكب النار وجد توفيراً كبيراً من الحريق في استعمال الآلات ذات  
الضغط العالي ولم يذكر الموانع التي تركها في بلاد اوربا لاجل السياحة  
في البحر

وبعد ما ذكرنا معظم النتائج الحساسة التي وصل اليها ماسيو مارستير اتبعناه  
الآن في وصفه لمراكب النار المصنوعة في بلاد امرىقة

وقد اصحب بتفاصيل العمارة والتراكيب والثبت السطوح النكاسل المرسوم  
للمراكب مثلاً المركب السماعة شانوليير ليونجستون هي مركب ذات  
اربعمائة برميل متحركة بآلة تساوي قوة ستين حصاناً وفلطون هي  
مركب مشهورة حيث انها اول سفينة لم يكن نصفها الاولي قعر مسطح افقي  
ووازيجتون وساواناه التي تحمل ثلاثة صواري متشعبة وهي التي عملت  
سياحات في يوروك في ليوربول وبطرسبورغ فكانت تسير تارة بقوة  
قلوعها واخرى بقوة آلاتها وكذلك مركب پاراغون التي جعلها المؤلف  
انموذجاً لمركب النار التي تحمل القلوع على صاريين متصين

ويرى في بلاد امرىقة وبلاد انكلترة مركب متضاعفة النصف الاول  
مستعمل في اجتياز الانهر الصغيرة والصورة المسطحة الموضوعة على النصفين



الأولين وعلى المسافة التي تفرقهم ما إلى المسافة التي تتحرك عليها الطائرات ذات الطاقات تصير هذه المراكب مالحلة لا جتيازاً للخيول والعربات والمواشي وخلاف ذلك ولكن هذه المراكب سيرها قليل عما إذا كان لها نصف واحد متصل تكون سعته مساوية لسعة النصفين المفردين وحتى كانت قريبة من مرسة الشاطئ فإنها تسير باتجاه حركة الطائرات فيخففون عاجلاً السرعة المكتسبة التي بها المركب تنكسر على الارض

وفي الأقاليم المجتمعة يستعملون بعض الاوقات جرائل عوضاً عن آلة البخار في المركب التي يكون نصفها الأول مزدوجاً وقد وصف المؤلف مشاركات الحركة التي تحتاج اليها هذه الآلة فقال أولاً متى كان ميدان الخيل أفقياً ثانياً متى كان منحني وفي هذه الحالة تأخذ منفعة عظيمة من قوة الخيل بلا شك لكننا نعلم كثيراً وقد لاحظ مسيو مارستير والحق معه ان تقدم المراكب بجز الخيل صار معلوماً في بلاد فرنسا ويمكن ان نتحقق من ذلك اذا راجعنا مجموع الآلات النابذة المحققة بأكدية العلوم في سنة ١٧٣٢

والجزء الرابع من الرسالة الأولى الذي هو اعظم الاجزاء المهمة كان معداً لوصف الآلات البخارية المستعملة في مراكب امريقة

ولم يعمل الامريقيون من منذ عدة سنين القازانات التي تستعمل في الآلات البخارية المعتادة المعرضة دائماً للماء الامن نحاس ورسوب هذا الماء يلتصق قليلاً بالنحاس الذي هو أكثر صلابة من الحديد بالنسبة للانشقاق وألين منه بالنسبة للطرق وحتى كانت المراكب تسافر مسافات طويلة يلزم تجديد ماء القازان في كل يوم عدة مرات لكي تمنع الرسوب من الدخول في القازان ويكني في آخر كل سفرة تنظيف المراكب التي لا تمكث مسافرتها أكثر من اربع وعشرين ساعة وعدداً الساعات هذا يكتفي في كونه يتكون رأساً بحيث ان عمقه يصل الى ميليمتر ونصف وحيث ان هذا الراسب صعب بإس قال المؤلف انه يمكن للانسان ان يجذب لنفسه بتصاعد الماء الجري اناراً على بعض

حرارة ملبة مصنوعة على القواعد المقررة وتشتمل عبارات الرسالة التي ذكرناها انفا على العبارات والتوضيحات التي ظن المؤلف انه لا يلزم ذكرها في رسالته

واقول ملحوظة كتبت معتمدة لمرآكب الناف والمشهورة التي رآها المؤلف في الميناء المختلفة أو التي سافر فيها وذكر مع الاعتناء السرعات التي حسبها بنفسه اما على مقتضى مدة سفرها واما على حسب قرب الزمن الذي قطعت فيه هذه المراكب مسافة تساوى طولها

وذكر مسبقا ما رست في مخصوص مراكب ملكة نيويورك صورة السياحة الكبيرة الداخلية واشتغل بتكميلها الا ان الامريقيون والمركب السماء تورك موضوعة في خليج متسع على شاطئ جزيرة موضوعة في وسط نهر هودسون واذا سافرا من الالباني او من نيويورك فالتا نجد ستة واربعين سدا ترفع المراكب الى ١٢٨ مترافوق نهر الهودسون ولما تجوب ١٨٢ كيلومترا فانها تصل الى رومية وتنزل من هناك في حوض تنسيه وتصل بواسطة خمسة وعشرين سدا وبعد ذلك تدخل في بحيرة اريه على ٢٦٢ كيلومترا من تنسيه فاذن تجد نفسها في فوعة ١١٢ مترافوق الهودسون

وفروع الخليج المصنوعة بالنهر المطروقة وصل الى بصيرة اوتاريو التي يفصلها الا عن بحيرة اريه مصب نياجاره الغير المطروق للملاحين ويشتمل نهر ميسيبي على سطح يساوى نهر فرانساست مرات وهذا النهر الذي ينقل الطين بكثرة تكون حوافه معكزة جدا وله زيادة ونقصان بحيث لا يمكن ان يعمل على شواطئه طرق الجزر

وتصل المراكب على النهر عادة اما بقوة المجازيف او بمجر الجبال من الشاطئ على نقط معلومة في بعض الاوقات من الطرف ومع ذلك لا تسير في كل يوم سوى ١٤ أو ١٥ فرسخا مع كثرة البحارة واستيقاظهم في السفر في جهات النهر التي يكون التيار فيها قليل السرعة

وكأنوا يظنون أن سرعة نهر ميسيبي متركبة من ثلاث عقد ونصف مع أنها لم تكن غير اثنين ونصف في الحقيقة ولذا طلبت المراكب البخارية التي تسير بسرعة لكي تصعد على النهر فهذا الخطأ كان مساعداً للتقدمات الفز ونشأ عنه مجهودات كثيرة لتحصيل أحسن المراكب السيارة وفي سنة ١٨١١ أخذ فلتون منزلة لم تسبق لاحد قبله مكافأة له من لوزان بالنظر للسفر على هذا النهر بمركب النار

وتفيدنا المراكب المستعملة في امر يفة عدة تغيرات مختلفة وهوان لبعضها طارتين على الجوانب وبعضها لم يكن له سوى طارة واحدة موضوعة على المؤخر مثل المراكب التي تسير دائماً على نهر السين

وقد ذكر ميسو مارسستر جدول مراكب النار الاصلية التي تسافر على نهر ميسيبي وعلى الانهر التي تصب في هذا النهر واصحب بالعبارات الموضحة اسم كل مركب عمل عليها تعليمات خصوصية

ومعرفة سرعة مراكب البخار لازمة لبيان نتائج الآلة وتوقف على مدة السياحات وطول المسافات وقد بحث ميسو مارسستر عن هذه المسافات وعن كونه يحدد مع التحقيق الاختلافات التي تميز المقادير التي عينها البخارة والجغرافيون ثم ذكر حسابات فلتون التي عملها في تحديد نتائج قوة البخار المستعملة في السياحة

والثلاث رسالات المشهورة التي تكللنا عليها سابقاً تبين المناقشات الضرورية لحساب شغل عدة انواع من الآلات البخارية المستعملة على شواطئ المراكب

والعبارة التاسعة الاخيرة تدل على وصف عدة طرائق مختلفة اخترعها الامر يقينون او عملوها في تعريض الجمازيف ببعض وسائط آخر ميكانيكية

وقد ذكرت في لوحة ١٤ المسقط الرأسى شكل ١ والمسقط الإفتى شكل ٢ لمركب النار ويرى ان الطارة ذات الطاقات موضوعة على جانب

السفينة والآلة البخارية والقازان موضوعان على احدى حيطان المركب  
والآلة مثل هذه الآلة موضوعة في الطرف الاخر مع الانتظام

وبقي علينا ان نذكر بعض ملحوظات على قياس الشغل في استعمال القوى  
الحركة لاسيما القياس المستعمل في الآلات البخارية ونستخرج هذه الملحوظات  
من تقرير عرضته لا كدمية العلوم

ولكي نحرك آلة ونحدث منها نتيجة ميكانيكية نستعمل محركا روحانية من  
الناس والخيول والاثوار او غير روحانية كقوة الماء وقوة الريح والبخار  
المائي وهلم جرا

وتختلف هذه القوى في السرعة والشدة وتحرك بطريقتين غير محددة او مستمرة  
وكما تكون متشابهة في نتائجها بل ويمكن لنا اخذ اى قوة من هذه القوى  
حدا التشبيه بالنسبة لجميع القوى الاخر

وقد اخذ المصورون حدا التشبيه ووحدة للقياس الثقل الذي يمكن الحصان  
رفعه في كل يوم من ايام الشغل او في بعض ايام الشغل اذا كانت قوة الجذب  
الاقبية محركة بلاتلاف بين من القوة الرأسية وهذه هي كيفية ادخال هذا  
الاستعمال في الآلات

واغلب آلات الحركة كانت تحرك بالخيول وقت ماء وضنا هذه الحيوانات بقوة  
البخار وكل صانع اراد استعمال آله على قدر الامكان من غير ان يغير  
شيا سوى محرك الخيل لزمه ان يطلب آلة بخارية يمكنها ان تعمل شغل  
٢٣٤٢ من الخيول او اكثر من ذلك ومن هنا يظهر الاستعمال الذي  
استعمله المعمارجية في آلات البخار وعينوه بعدد الخيول التي تدل هذه  
الآلات على شغلها في زمن معلوم

وتتغير القوة مثل سرعة الخيول تغيرا عجيبا على حسب الهيئة والثقل والتركيب  
والمسافة وعلى حسب الجنس الذي يتسبب اليه كل واحد من هذه الحيوانات  
ويمكن ان يكون هذا الاختلاف من واحد الى ثلاثة بالاقبل اما لاجل عظم  
الاتصال المحولة أو المجرورة واما لاجل سرعة السير أو الجريان بين الخيول

## المعاصرة في العمر المختلفة الذرية

ولتزد على ذلك انه متى كانت الاهتمامات متكاثرة قليلا او كثيرا فان الاختيار  
وكية الموثنة ~~بص~~ يكونان اسبابا اخر للاختلاف الذي نراه في كمية النتيجة  
التي يمكن الحصان احدا انها في السرعة المتوسطة التي يأخذها وقت الشغل  
في زمن معلوم

واول نتيجة تستخرج من هذه الاختلافات الكبيرة بين جميع كيات الحركة  
كما هي بين جميع السرعات هي النتيجة التي تستعمل قليلا وحدة للقياس ويمكن  
للحصان تأديتها

وبالجملة متى لم يستول الصدق على الشروط في المصالح بين معمارجية الآلات  
والخواص فان صناعية الآلات يحضرون الآلات التي يريدون بيعها  
على سبيل ان لها قوة تساوي بالاقل قوة اعظم المعمارجية ومعيئة ايضا بعدد  
الخيول ولكن لما استخرجوا هذه الآلات اكتفوا في كونهم يثبتون انها  
تحدث شغلا يومية مساويا الى شغل خيول الجنس المتوسط وطريقة غش مثل  
هذه الطريقة مستعملة اكثر من مرة ينشأ عنها الدعاوى وفي كثير من الحالات  
لم يمكن المحاكم ان تعجز على كونها تلم للصانع التقصير في عهده وان كان  
لا يبق الصانع بالوعد الذي وعده وقبله المشتري حتى ان وجود هذه المضرات  
الكبيرة استوجب عناد اغلب اعضاء ا카데미 العلوم

وعلى مقتضى التجارب التي شرع فيها ميسو برون لكي يقبس مع الضبط  
قوة آلات البخار على القضية الواضحة وحدة القياس الذي ارتضته ا카데미  
العلوم للحكومة ودعت سابقا جماعة من الوكلاء لتتفقروا في قياس  
الصفة الذي يستدعيه استعمال آلات البخار ذات الضغط العالي واعضاء  
هذه الجمعية ميسو لابلان وبيرون وجيوار وميسيو امير  
وكرلوس دو بيان (مؤلف هذا الكتاب) اظهر ضرورة ترتيب قياس من هذا  
الجنس وهذا التقرير ذكر في صحيفة ٤٢٧ من هذا المجلد

وفي هذا الزمن عرض حاكم نهر السين للحكومة رسالة يذكر فيها لزوم تعيين

احاد القياس قوة الالات البخارية

ومن التفاصيل التي استعملناها انما يظهر ان وحدة القياس هذه تكون في الحقيقة احدى الاقيسة التي يلزم للحكومة اقرارها لاجل الامر في الصناعة والتجارة على موجب اصول الحكومة

ومع ذلك فقد تعرض بعض الناس لترتيب وحدة القياس هذه فحينئذ يجب علينا البحث عن ذلك وزعموا اولاً ان هذه الوحدة لم تكن لازمة بالكلية ويمكن في كل حالة ان نعين بالاقيسة المترية الثقل الذي يمكن لقوة الالة المحركة رفعه في زمن معلوم ولاشك ان مثل هذه العبارة يمكن للمهندس لكن لم يكن لها الخواص التي تصيرها نافعة في الفنون بل انها صعبة على ارباب الصنائع اكثر من عدد الامتار المكعبة المدلول عليه بعدة ارقام حاصل ضربها في زمن معلوم يدل على قوة الالة ومناسبات التقويمات العديدة المختلفة من هذا الجنس واما بالنظر الى الاقيسة التي لا تستدعي تركيباً فان الانسان لا يتوقف ادى في توقف في اختراع تسمية مخصوصة مثل المتر المكعب المسمى بالاسير والديسمتر المكعب المسمى بالايتر وانه مع المعارضة التي علمت في شأن وحدة قياس القوى المحركة كان يجب علينا عدم تسمية وحدة قياس الثقل وكان يمكن في تعويض ثقل ستيمتر مكعب من الماء بالغرام وثقل الديسمتر المكعب بالكيلوغرام بشرط ان يضاف عليه الثقل الخاص ومن السهل ان نرى انه اذا كان هذا العددين كمية من الكيلوغرامات ومن الديسمترات المكعبة من الماء يمكن بيانه بالكيلوغرام الذي يبين لنا معرفة الثقل الواضح لاستعمال المعيشة والفنون اكثر من معرفة ثقل بعض السوائل المشتملة في بعض الاجزاء على بعض حرارات وهذه القاعدة يمكن تطبيقها على ثقل يمكن ارتفاعة الى اى ارتفاع في زمن معلوم وهالك ثلاثة اشياء مختلفة الحجم والمسافة المقطوعة والزمن المعلوم فاذا حيث ظهر موازنة اختراع تسمية خاصة للثقل البسيط فن ياب اولى نعطى اسما مخصوصا لوحدة قياس الشغل المركبة من ثقل مرفوع الى ارتفاع ما في زمن مفروض واي عدد من آحاد هذا الجنس يصير معياراً عنه

بنفس هذه الأرقام ما دام مقدار الشغل واحدا ولو تغير ثقل السرعة  
وسنبين انه هل يجب علينا ان نذكر في تحديد وحدة قياس الشغل مدة اليوم كله  
او بعضا منه فقط كثانية مثلا فنقول قد رأينا سابقا ان بعض ارباب الفنون  
المهاريين وصلوا الى ذلك بعدة اعتبارات صعبة

ولاشك اننا اذا انبنا شغل الآلات في الثانية المأخوذة وحدة القياس فتحصل  
على سهولة عظيمة في مقابلة الحسابات التي ندخل فيها بالا اعتبار سرعة المحركات  
لا سيما اذا لاحظنا ان السرعة اللازمة للنقل تقاس عادة بالمسافة التي يقطعها  
الجسم الثقيل في مدة ثانية ولكن يلزم ان هذه المسافة والسرعة التي بينها لم يعبر  
عنهما بعدد مستدير بالاقيسة المترية فزيادة على ذلك تتغير هذه السرعة  
في المحلات البعيدة عن مركز الارض وبناء على ذلك لم تصل الى معظم الفائدة  
التي نريد تحصيلها وكذلك لا يصير استعمال السرعة اللازمة للنقل الا بالناس  
اصحاب المعارف الكافية في الحساب لكي يعملوا العمليات الضرورية للسرعة  
المفروضة في ظرف يوم بالنسبة الى السرعة التي تعمل في مدة ثانية ومن هنا  
بظهر لنا صعوبة اخرى وهي ان قسمة الزمن القديمة التي قدر يومها اربع  
وعشرون ساعة وساعتها ستون دقيقة والدقيقة ستون ثانية وهلم جرا هي التي  
سلكها عادة للناس في استعمال المعيشة والجماعات واما قسمة النهار الى عشر  
ساعات والساعة الى مائة دقيقة والدقيقة الى مائة ثانية فهي القسمة التي  
سلكها مورخو الطريقة الجديدة في الاقيسة وهذا التقسيم الدال على  
فوائد عظيمة من حسابات علم الهيئة يجبرنا على عدم اخذنا لثنية وحدة قياس  
الزمن في تحديد احاد القوى المترية

ويجبر هذا التخلل اذا اخذنا وحدة الزمن مدة النهار القلبي وهذه المدة يمكن  
تقسيمها فيما بعد الى اقسام جرئية على مقتضى الساعة والدقيقة والثانية وهذا  
التقسيم يظن انه احسن بالنظر لمعية الحسابات العلمية

واذا اتجينا لوحدة قياس القوى المحركة الوحيدة التي يمكن الوصول اليها  
في مسافة يوم الى آخر محركات روحانية او غير روحانية فالتابع الامثال

الذي ذكره الصنائعية المشهورون الماهرون  
 فلذا ان مسيو واط لكي يقيس قوة آلاته البخارية هو اقل من اختار  
 وحدة القوة التي يحدثها الحصان في اربع وعشرين ساعة بدون ان يقف  
 او يتعطل بمجرد ما تنقص قوته اليومية  
 ثم ان العالم كولومبو الذي تنسب اليه المباحث العلمية في شأن القوة  
 المحركة التي يحدثها الانسان والحيوانات قد اشتغل في المناقشات العلمية  
 لاسيما في حساب القوة اليومية التي تحدثها المحركات الروحية بان توصلها  
 الى ارتفاع بعض ائصال على ارتفاع معلوم  
 وظهر اعتراض طبيعي في معنى مخالف لهذه التنبهات الاولى وهوان اشغال  
 الانسان والحيوانات لانكون الابعض ساعات من النهار على مقتضى ما ذكر  
 ومتى قومنا الشغل مدة اربع وعشرين ساعة فلا يمكن مقابلة السرعة التي تنشأ  
 عنه بشغل الآلات الروحية المتقطع في بعض الاوقات ولا بشغل الآلات  
 التي لم يكن استعمالها على الدوام وهالك الجواب عن هذا الاعتراض وهواننا  
 اذا استعملنا الآلات التينة في الاشغال التي تستدعي مبالغ جسيمة  
 فان الصنائعية يجدون منفعة عظيمة في تشغيل آلاتهم على الدوام وللآلات  
 البخارية يجدون ايضا ربحا خاصا اذا عملوا ذلك انهم لا يحتاجون الى تجديد كمية  
 من حرارة كل يوم قبل الشروع في التشغيل ولم يفقدوا الوقت الذي يقضي  
 بين حضور الشغالة وشغل الآلات ولما كان تقدم الصناعة الطبيعي عندنا  
 من الامم هو كناية عن استعمال الآلات الكاملة شيئا فشيئا واستخراج  
 الفوائد من المبالغ المتزايدة على الدوام ~~كم~~ المرغوب فينتج من ذلك ان  
 القبريقات تسع دائرتها في الشغل بعض ساعات زائدة في كل يوم وتنتهي  
 بشغل مستمر ويمكن لنا ذكر كثير من الصنائع التي يكون فيها الشغل مستمرا  
 في فرنسا ومن يد هذا الشغل بكثير في ابريطانيا الكبرى عن فرنسا ويزداد هذا  
 العدد في فرنسا كلما تقدمت الصناعة  
 فعلى ذلك وحدة القياس المعينة في اليوم الكامل هي التي تقرب منها جميع



## الاشغال بلاقطعاع

ولنلاحظ انه يسهل تحديد اشغال الانسان والحيوانات وحصره في مدة من  
النهار فان شغل الخيل مثلا اذا شغلناها في البحر يبلغ عادة ثمانى ساعات اعنى  
ثلث النهار

واذا نشأ عن ثلاث جزرات من الخيول القوية في اربع وعشرين ساعة الشغل  
المستمر الذى يحده الحصان المنتظم الشغال دائما فالتا نجد القوة اليومية  
تساوى بالقل ٦٠٠٠ متر مكعبة من الماء مرفوعة الى متر فاذا اخذنا  
لوحة القياس ١٠ متر مكعبة مرفوعة الى ١٠ متر فينشأ عن ذلك  
ان وحدة قوة الحصان القديمة على حسب رأى الصناعىة القرن سابعة يلازم  
ان تكون ٦٠ وكذلك اذا اردنا آلة بخارية تعمل شغل ستة عشر حصانا  
ويلازم ان تذكر الآلة التى تكون قوتها ٦٦٠ احاد او ظهر لنا ان نأخذ الوحدة  
الديناميكية الثقل المساوى ١٠٠٠ متر مكعبة من الماء المائل  
مرفوعة الى متر واحد مدة اليوم الفلكي او اذا اردت متر مكعبا من الماء  
المائل مرفوعا الى كيلومتر واحد وهذا المتر المكعب يكون وحدة قياس  
الثقل المستعمل في التجارة باسم البرميل

ونسمى الدينام وحدة قياس القوة المحركة التى تدل على ١٠٠٠ متر  
مكعب من الماء القطر المحول الى اعظم كثافته او ١٠٠٠ برميل  
من البحر مرفوعة الى متر مدة يوم فلكي

واذا احسبنا الزمن على حسب قسمة الاغشار فان الدينام اى كمية القوى  
المنصرفة مع الانتظام في اليوم تعطى ١٠٠٠ متر مكعبة مرفوعة الى متر  
لشغل اليوم كله وواحد متر مكعب مرفوع الى متر للشغل الحاصل مدة  
الدقيقة و ١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى متر للشغل الحاصل في كل ثانية  
واذا احسبنا الزمن على حسب القسمة القديمة فالتا نجد الشغل الحاصل  
كيلوغرام

في الثانية ٤٠٠ و ٨٦ جزء من الدينام او ٥٧٤ و ١١ مرفوعة

الى متر في كل ثانية.

وفي الحسابات التقريبية التي تتعلق بالصناعة يمكن الاكتفاء بمكوثنا مستدل  
كيلوغرام

على شغل الدينام في كل يوم بعدد ١٢٠٦ مرفوعة الى متر في كل ثانية  
عادية وبصير هذا العدد صحيحا في فوجوه من الفين تقريبا وهذا التقريب  
الكبر من التقريب الذي يمكن تحصيله في الآلات المصنوعة مع  
الضبط والدقة

وتظهر لنا التجارب التي ستكلم عليها انه ينشأ لنوع واحد قياس  
الشغل اليومي الذي ستكلم عليه أيضا مع غاية السهولة بيان شغل  
الناس والخيول

وعلى مقتضى تجارب كولومبو يمكن أن يكون شغل الانسان ذي القوة  
المعتادة مقوما الى ٥٠ برميلا مرفوعة الى متروها والجزء العشرون من  
الوحدة أو الدينام وبناء على ذلك متى صار لاي آلة محرك قوة دينام فانها  
تستغل شغل عشرين رجلا في دفع الاثقال

ثم ان اثني عشر قسما من التجارب المعروضة على ديوان انكلترا في شأن  
شغل السجونين المستعملين في تدوير طارات السيرة أباخت لبعض القرنسارية  
تقويم كمية متوسطة من شغل الناس المتقادين لهذا الجنس من الاشغال  
وقدرها ٢٠٠ برميل مرفوعة الى مترو واحد وهو الجزء الخامس من  
الدينام وبناء على ذلك نقول انه متى كان لآلة قوة دينام فانها تساوي شغل  
خمس رجال مستعملين في دفع الاثقال على محيط طارات السير

وعلى حسب التجارب التي ذكرها ماسيو برويا تحدث الشغالة المطلقة  
الذين يسيرون في النواحي كمية عمل يومية نحو ٢٥٠ برميلا مرفوعة  
الى متر فعلى ذلك تساوي قوة الدينام قوة اربعة شغالة مطلقة مستعملة  
في النواحي

واذا طبقنا هذه التجارب التقريبية على طريقتين من استعمال القوة البشرية

فالتاخذان الآلة المحركة التي لها قوة دينام تحدث شغلا يوميا مثل ١٤  
رجلا يشتغلون في الشاهدات لذق الاوتاد وشغل ٨ رجال يشتغلون  
في الملفات

ويصير لهذه التقرينات العروض على الصنایعية المشهورين فائدة كبيرة جدا  
ويزمون بها عظم اهتمام يوجد في مقابلة استعمال عدة طرائق مختلفة في قوة  
الناس واعظم اختلاف يمكن تحصيله من النتائج على حسب الاختيار الذي  
يعطى لهذه الطرائق العديدة المتنوعة ومتى علموا بهذه الحادثة فانهم يبحثون  
في جميع الاحوال عن كونهم يقربون من الطريق المفيدة جدا وباستعمال  
هذه الطرائق مع عدد واحد من الرجال يمكن لهذه التقرينات احداث كمية  
عظيمة من الشغل النافع وتغييرات عظيمة واعتبارات متشابهة تنطبق على  
استعمال فعل الحيوانات

ولتقابل الاآلة شغل الخيل بالوحدة الديناميكية كما ذكرناه فنقول ان  
الحصان صاحب القوة المعتادة يشتغل في الجتر ٦٠ كيلو غراما بان يقطع  
متر

١٢٠ في كل ثانية ويدوم على هذا الشغل ثمانى ساعات في كل يوم فعلى ذلك  
تجد ان كمية شغله اليومى تساوى شغل ٢٠٩٣٦٠٠ كيلو غرام مرفوعة  
الى متر وبالجمله يساوى  $\frac{1}{4}$  تقريرا من القوة المحركة المساوية لدينامين وفي  
فرانسا تأخذ معمارجية الآلات وحدة للقياس مثله لشغل المدة المثلثة  
ويقضون ان الحصان يجتر ١٤٠ وطلا مع سرعة ٢٠٠ قدم  
في الدقيقة الواحدة ويقولون ان هذا الحصان يشتغل اربعا وعشرين ساعة  
فاذن نجد كمية الشغل الجارى ٥٩٨٤ برميلا مرفوعة الى متر وهو كما نراه  
اقل من  $\frac{1}{4}$  في كل مائة تقريرا من ٦ دينامات وبالجمله اذا أخذنا وحدة  
القياس التي أخذها عدة من الصنایعية الفرنسية في تقويم قوة الاتهم  
الجارية فيلزمنا ان نقول اننا اذا جعلنا عدد الدينام الذي يدل على قوة الآلة  
سنة فيحصل معنا عدد الخيول مساويا لشغل هذه الآلة اليومى المستمر

وكذلك إذا أراد أحد الصنایعة عمارة آلة بخارية لها قوة مستمرة تساوي قوة عدد من الخيول فينبغي له أن يضرب ٦ عدد الخيل فينتج معه عدد الدينام الذي يدل على قوة الآلة

قد أخذنا واط وحدة أولى للقياس اكبر من الوحدات التي أخذتها الصنایعة الفرنسية وهذه الوحدات تحدث شغل الحصان اليومي المستمر ٦٣٦٠ برميلا مرفوعة الى متر وبالجملة قوة الحصان اليومية المستمرة المأخوذة وحدة لقياس آلات واط تكون ٦ دينامات و يقطع النظر من كل كسور يقع في كل ألف ثلاثة وبالجملة تكون أقل من الاختلافات التي لا يمكن اجتنابها في الآلات المصنوعة مع الضغط وتقل ان من المقيدان نفرض للصناعة والتجارة القوة المأذون بها من طرف الحكومة التي يحدثها الحصان المفروض انه يشتغل أربعاً وعشرين ساعة مع بذل جميع قوته مقدار الدينامات هو السهل في ذلك القريب من التقويمات الفرنسية

ثم أخذ واط وحدة أخرى مساوية الى ٧٣٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متروهي اكبر من الوحدات السوابق بدينام واحد وعلى حسب التفاصيل التي ذكرناها نرى ان انواع الشغل الاعلية يعبر عنها مع غاية البساطة بالوحدات الجديدة المترية التي سنذكرها وهي اننا اذا أردنا قياس القوى المحركة القليلة الاعتبار فانه يسهل استعمال الوحدة مترا مكعبا مرفوعا الى متر فينتد تستعمل وحدات أقل من الاولى بالف مرة وبذلك يمكن ان نسميه بحت الدينام والاوى مليدينام وينشأ عن استعمال القياسين المتشابهين في المنافع التي تحصل من استعمال البرميل في الاقيسة الكبيرة التي تتعلق بالبحرية وبالكيلوغرام الذي هو الف جزء من الدينام في الموازين المعتادة

ولتتم هذا المجلد بمجدول المدن الداخلية التي جعل لها تحت الحكومة دروسا في الهندسة والميكانيكة المستعملة في الفنون وبعض المعلمين الى الان لم تذكر

اسماؤهم وقد تها کثیر من باقی المدن للاقتداء بتلك المدن

جدول يتضمن اسماء الاقالیم والمدن والخوجات

الاقالیم	المدن	اسما	الخوجات
آین	{ بورغ ناتیبوا }	{ بلوکس }	
اسن	{ سنکاتان }	{ هری جنسون }	
الیا (العالية)	قان	شرحه	
اردانه	{ مازیر سیدان }	شرحه	
بوشروم	اکس	دوماثل	
کاتال	انریلاک	وندلائق	
شارانت	انجولیم	لسکالیه ابن	
سواحل الذهب	بیجو	کیران	
دریم	والانسه	پاپی	
أور	أورکس	لوسک	
غاردر	لورس	شرحه	
	نیه	شرحه	
هراندی	{ موتبلیر لوبل }	{ بروم کوش }	البکردولک
غارون العليا	طولوز	وتری	
میلہ وویلان	بین	لوغراند	
اندرو ولوار	فورس	شرحه	
چورا	سولانس	بورچوا	
لوار	سنت اتین	بلایه	

تابع ما قبله

اجا

الافالیم	المدن	الخوجات
لواریت	أورلیانس	لاکاو
مانش	سن لو	شرحہ
موزیل	متہ	بوسولیت
	شرحہ	برجری
	شرحہ	لوان
نیورا	نورس	بوکامونت
	شرحہ	مورینا
نورد	دوبنه	شوفوکس
واز	لائفکورٹ	شرحہ
باس کالین	اراس	شرحہ
یدوم	کارمون فرلند	داریه
یان	استراس بورغ	فک
وان	کالمار	لولیت
	مولهنسن	ماتبورغ
بون	لیون	برووست
	باریس	شارل دوپان
	شرحہ	دوبرقان
السیق	شرحہ	دیدین
	شرحہ	تبرغ
	شرحہ	یونوره
السیق الاسفل	آلبوف	یونوره
السیق وآنارن	ورسای	لاکروا

## تابع ما قبله

## اسما

الاقليم	المدن	الطونجات
سوم	اميان	شرحه
تارن	ألبي	خوجة المدارس الصغيرة
تارن وجاروم	موتانبان	برجيس
وانشير	أونيون	بارت
وينة	بواتيريس	صيت
وينه العليا	لموغ	لاسون
يون	قونير	جوريه

وقد تم تعريبه \* وتنقيحه \* وتهذيبه \* بمعرفة كاشف نقابه \* ورافع حجابيه  
 في مذل صغابه \* الفقير الثاني \* محمد افندي الشهباني الحلواني \* بمساعدة  
 بمصحه راجي عفو الباري \* محمد اسماعيل القرغلي الانصاري \* بلقهم  
 الله آمالهم وختم بالصالحات اعمالهم \* وجميع المسلمين \* آمين \*  
 وكان تمام طبعه بدار الطباعة العامرة \* الكائنات يولاق مصر القاهرة \*  
 في مئة ولاية عزير الديار المصريه \* وكوكب افق السدارة العثمانية \* حضرة  
 الوزير الاعظم \* والدستور المكرم \* الحاج عباس حلي باشا \* بلغه الله من  
 خيرى الدارين ما يشاء وما شاء وكان اجراء طبعه تحت نظارة الوائق بعناية ربه  
 المعبد المبدى \* ناظرها صاحب الجية على جودة افندي \* وذلك  
 في العشر الاواخر من صفر اخير سنة ثمان وستين ومائتين بعد  
 الالف \* من هجرة من خلقه الله على اكل وصف \*  
 صلى الله وسلم عليه \* وعلى آله واصحابه  
 ومن اتى اليه

